

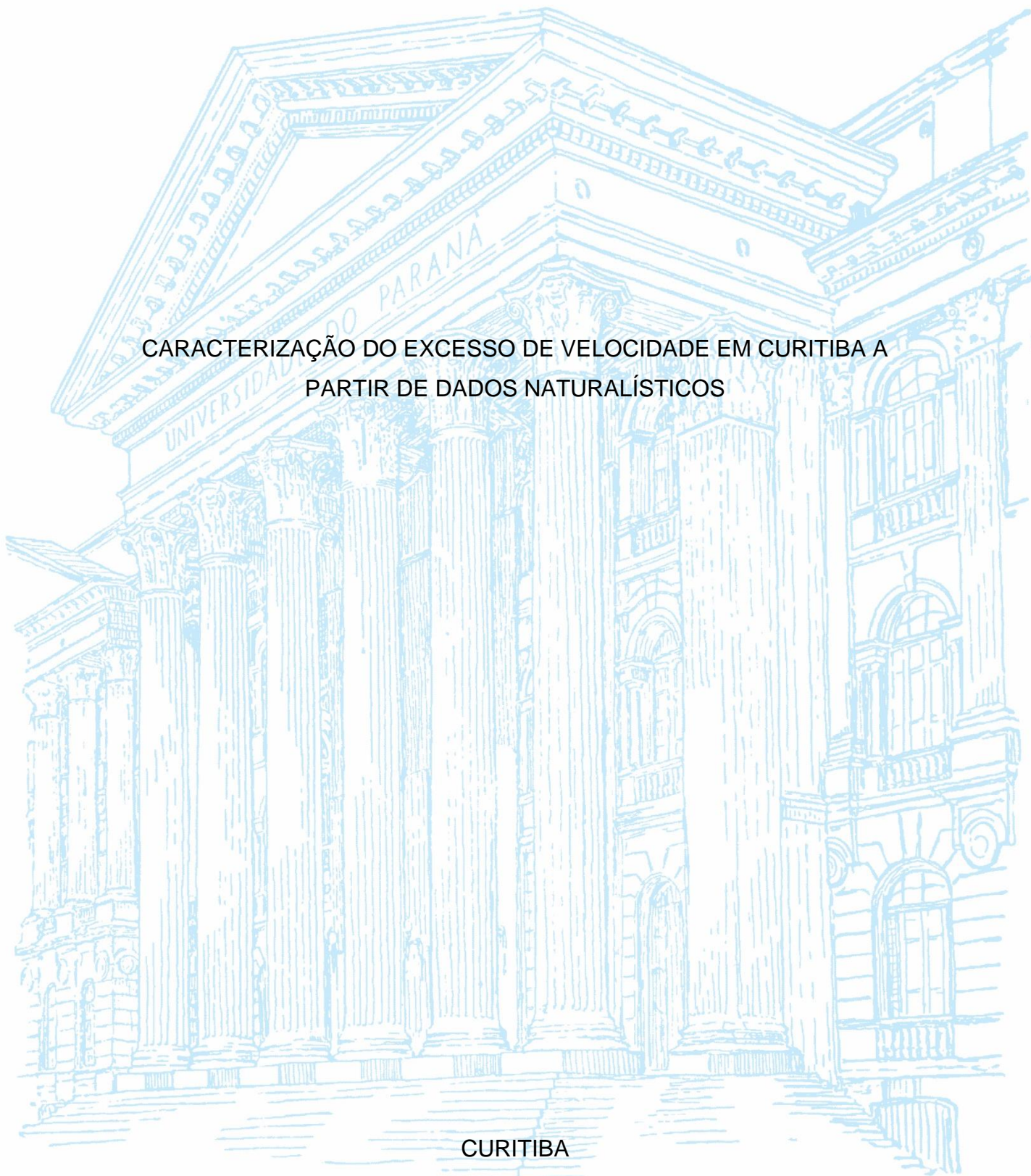
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VITOR GOMEL CORDEIRO

CARACTERIZAÇÃO DO EXCESSO DE VELOCIDADE EM CURITIBA A  
PARTIR DE DADOS NATURALÍSTICOS

CURITIBA

2022



VITOR GOMEL CORDEIRO

CARACTERIZAÇÃO DO EXCESSO DE VELOCIDADE EM CURITIBA A  
PARTIR DE DADOS NATURALÍSTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Tiago Bastos

CURITIBA

2022



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

VITOR GOMEL CORDEIRO

### **ESTUDO DO EXCESSO DE VELOCIDADE EM CURITIBA A PARTIR DE DADOS NATURALÍSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

---

Prof. Dr. Jorge Tiago Bastos

Orientador – Departamento de Transportes, UFPR

---

Prof. Dr. Diego Fernandes Neris

Departamento de Transportes, UFPR

---

MSc. Pedro Augusto Borges dos Santos

Curitiba, 16 de setembro de 2022.

Este trabalho é dedicado à minha mãe, que me apoiou e proporcionou todas as condições para sua realização.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Paraná pelo comprometimento com a excelência de ensino.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jorge Tiago Bastos pela experiência durante o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, Denise Gomel e Thiago Barbosa Cordeiro, por se dedicarem incansavelmente para me proporcionar oportunidades, abdicando de suas próprias vontades para a realização das minhas.

Aos meus irmãos, Elena Gomel Cordeiro e David Gomel Cordeiro, pela torcida e companhia de sempre.

Aos meus amigos e amigas da graduação que viveram esta fase comigo e tiveram papel essencial para esta realização.

Aos demais integrantes do projeto “Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro” pela contribuição na coleta e tratamento dos dados naturalísticos.

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio da Chamada CNPq/MCTIC nº 28/2018 Universal/Faixa A e da Chamada CNPq/MCTI/FNDCT nº 18/2021 Universal/Faixa A – Grupos Emergentes e pelo Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV).

## RESUMO

O excesso de velocidade nas vias urbanas é um dos principais fatores para a ocorrência e a severidade dos acidentes. Este estudo, através dos dados coletados pelo Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro, buscou caracterizar o excesso de velocidade praticado nas vias de Curitiba (PR) durante o período de coleta de dados de forma quantitativa e qualitativa. Para isso, foram calculados três indicadores em relação ao tempo sob excesso de velocidade, considerando a hierarquia de via em que aconteceram, o sexo do condutor e o uso ou não de telefone celular e cinto de segurança. Além disso, foram contabilizados os episódios de excesso de velocidade, os quais foram classificados de acordo com a duração e a variação média da velocidade em episódios agressivos e não agressivos, e analisados em relação à hierarquia de via em que ocorreram e o sexo do condutor que excedeu a velocidade. Em vias locais, houve uma frequência de aproximadamente 130 episódios de excesso de velocidade por hora, o maior valor entre as hierarquias viárias. As diferenças dos episódios levando-se em conta a hierarquia da via em que aconteceram foram estatisticamente significativas, tanto em relação à duração, quanto em relação à variação média da velocidade. A variação média de velocidade foi superior nas vias de trânsito rápido, seguidas das vias arteriais, locais e coletoras, respectivamente. O tempo dos episódios também foi superior em vias de trânsito rápido, seguidas pelas vias locais, coletoras e arteriais, respectivamente. Já em relação ao sexo do condutor, as diferenças foram significativas em relação à variação média da velocidade, mas não em relação à duração. Condutores homens apresentaram uma maior variação média de velocidade. Finalmente, foi possível mapear os excessos de velocidade nos eixos viários da cidade para relacioná-los às características do sistema viário da cidade. Como conclusão, tem-se que o estudo possibilitou caracterizar a prática do excesso de velocidade em Curitiba, apresentando informações capazes de melhor subsidiar o planejamento de medidas de gestão da velocidade.

Palavras-chave: Excesso de velocidade; comportamento do condutor; estudo naturalístico de direção; segurança viária.

## ABSTRACT

Speeding in urban roads is one of the primary factors leading to the occurrence and severity of accidents. Through data collected in the Brazilian Naturalistic Driving Study, this study seeks to quantitatively and qualitatively characterize the speed excess practiced in the roads of Curitiba (PR) during the data collection period. To do so, three indicators were calculated relating to the time of speeding, considering the hierarchy of the roads where they occurred, the driver's gender, and the use/non-use of mobile devices and seatbelts. Furthermore, the accounted for speeding episodes were classified according to the duration and average variation of speed in aggressive and non-aggressive episodes, and analyzed in relation to the type of road they occurred in and the gender of the driver who exceeded the speed. In local lanes there was a frequency of approximately 130 speeding episodes per hour, the biggest number amongst road hierarchies. The difference between episodes considering the hierarchy of the road where it occurred was found to be statistically significant, in relation both to the duration and the average variation of speed. The average variation of speed was superior in rapid transit lanes, followed by arterial, local and collector lanes, respectively. When it comes to the gender of the driver, the differences were significant in relation the average speed variation, but not the duration of the episode. Male drivers presented a higher average speed variation. Finally, it was possible to map the speeding in the urban road axes to relate them to the characteristics of the city's road system. The study thus allowed the characterization of speeding practices in Curitiba, offering information that will serve to better subsidize the planning of measures for speed management.

Keywords: Speeding; driver's behavior; naturalistic driving study; road safety.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – VELOCIDADES MÉDIA E CRÍTICA MEDIDAS DE ACORDO COM O CTB .....	25
FIGURA 2 - ESQUEMA DA METODOLOGIA DO ESTUDO .....	42
FIGURA 3 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DE EPISÓDIOS (DURAÇÃO X MÉDIA DE $\Delta V$ .....	52
FIGURA 4 - RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MEDIANA DE MOODY PARA $\Delta V$ .....	57
FIGURA 5- RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MEDIANA DE MOODY PARA DURAÇÃO .....	58
FIGURA 6 - MAPA DE PONTOS DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS EM CURITIBA.....	59
FIGURA 7 – MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS.....	60
FIGURA 8 - MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO.....	61
FIGURA 9 - MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS ARTERIAIS .....	62
FIGURA 10- MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS COLETORAS .....	63
FIGURA 11 - MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS LOCAIS .....	64
FIGURA 12 - EIXOS VIÁRIOS DE CURITIBA.....	65

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1 - ECONOMIA DE TEMPO POR EXCESSOS DE VELOCIDADE 37

GRÁFICO 2 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS EPISÓDIOS AGRESSIVOS . 55

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – APLICAÇÃO DO <i>METHODI INORDINATIO</i> A REFERÊNCIAS BÍBLIOGRÁFICAS .....	19
--	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE INFRAÇÕES DE EXCESSOS DE VELOCIDADE (CTB).....	26
TABELA 2 - QUADRO RESUMO DAS REFERÊNCIAS AVALIADAS PELO <i>METHODI INORDINATIO</i> .....	39
TABELA 3 - DADOS ESTÁTISTICOS DOS EPISÓDIOS DE EXCESSO DE VELOCIDADE .....	48
TABELA 4 - INDICADORES DOS EXCESSOS DE VELOCIDADE .....	49
TABELA 5 - PARÂMETROS AVALIADOS PARA OS EPISÓDIOS DE EXCESSO DE VELOCIDADE .....	51
TABELA 6 - DADOS ESTÁTISTICOS DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS .....	55
TABELA 7 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO .....	56
TABELA 8 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS ARTERIAIS .....	56
TABELA 9 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS COLETORAS .....	56
TABELA 10 - - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS LOCAIS.....	56
TABELA 11 - RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MANN-WHITNEY PARA $\Delta V$ .....	58
TABELA 12 – RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MANN-WHITNEY PARA DURAÇÃO .....	58

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo Geral .....	16
1.1.2	Objetivos Específicos .....	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
<b>2.</b>	<b>ESTUDOS NATURALÍSTICOS DE DIREÇÃO (NDS) E VELOCIDADE PRATICADA.....</b>	<b>18</b>
2.1	EXCESSO DE VELOCIDADE .....	21
2.1.1	Excesso de velocidade como fator de risco .....	22
2.1.2	Legislação brasileira sobre excesso de velocidade .....	22
2.1.3	O excesso de velocidade e a política nacional de segurança viária .....	27
2.1.4	Estudos brasileiros sobre excesso de velocidade .....	28
2.2	ESTUDOS NATURALÍSTICOS DE DIREÇÃO .....	30
2.3	ANÁLISE DA VELOCIDADE PRATICADA POR MEIO DE NDS.....	33
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>42</b>
3.1.	.....LEVANTAMENTO DE DADOS .....	43
3.2.	..... TRATAMENTO DOS DADOS E DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO.....	43
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>68</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde, no Relatório de Status Global da Segurança Viária da ONU (2018), apontou ultrapassar o limite de velocidade permitido como uma das principais causas de sinistros no mundo. A velocidade excessiva contribui para cerca de um terço de todas que ocorrem no trânsito em países de alta renda e metade delas em países de baixa e média renda (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018).

No Brasil, o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (2018) estabeleceu como meta reduzir no mínimo à metade o índice nacional de mortos no trânsito por grupo de veículos e o índice nacional de mortos no trânsito por grupo de habitantes (BRASIL, 2018). Dados preliminares do Ministério da Saúde indicam que, em 2021, 31.468 pessoas faleceram em decorrência do trânsito brasileiro (BRASIL, 2021).

Em relação a todas as variáveis possíveis em uma ocorrência de acidente de trânsito, é consenso entre especialistas de todo o mundo que a velocidade tem posição de destaque. O excesso de velocidade no ambiente urbano contribui tanto para a quantidade de acidentes como para a gravidade destes, de modo que políticas de gestão da velocidade são de suma importância para um trânsito cada vez mais seguro (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2012).

Este trabalho tem como objetivo caracterizar os episódios de excesso de velocidade praticado nas vias urbanas de Curitiba, através de uma base de dados proveniente do Estudo Naturalístico de Condução Brasileiro (*Brazilian Naturalistic Driving Study – NDS-BR*). Para tal, foram selecionados condutores que tiveram seus veículos equipados com câmeras e um *GPS (Global Positioning System)*, de modo a capturar a atividade real de condução, os trajetos realizados e a velocidade instantânea praticada. Com isto, pode-se avaliar a magnitude dos episódios de excesso de velocidade, características dos episódios em cada hierarquia de via, diferenças entre excessos de velocidade praticados por homens e mulheres e a frequência de comportamentos de riscos sobrepostos (uso de celular e não uso de cinto de segurança). Além disso, busca-se localizar esses episódios sobre os eixos viários da cidade de Curitiba.

## 1.1 OBJETIVOS

Nas Seções 1.1.1 e 1.1.2, são apresentados os objetivos gerais e específicos do trabalho.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo da pesquisa é fazer uma caracterização quantitativa e qualitativa dos excessos de velocidade praticados durante o Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro na cidade de Curitiba.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos do trabalho:

- Realizar uma análise da proporção do tempo sob excesso de velocidade no estudo de acordo com as hierarquias de via em que ocorreram, sexo do condutor e uso ou não de telefone celular e cinto de segurança durante a prática;
- Identificar episódios de excesso de velocidade e classificá-los em relação a sua agressividade de acordo com sua duração e  $\Delta V$  médio;
- Mapear esses episódios no sistema viário da cidade de Curitiba.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Dentre os diversos fatores causadores de acidentes de trânsito, o excesso de velocidade se encontra em posição de destaque, influenciando tanto na quantidade como na gravidade das ocorrências (HAMZEIE *et al.*, 2017). No ano de 2014, o excesso de velocidade causou 10,5% do total de acidentes e 13,1% dos acidentes com fatalidades nas rodovias federais (IPEA, 2015).



Os métodos convencionais de análise de comportamento dos condutores em acidentes possuem limitações. A aplicação de pesquisas em que os condutores respondem a uma série de perguntas tem sua eficácia questionada por alguns estudiosos da área. A análise dos acidentes que ocorreram não consegue avaliar de forma satisfatória o comportamento do condutor no momento pré-acidente. O uso de simuladores apresenta dificuldades em reproduzir o ambiente real de condução, o que interfere na análise de dados comportamentais. Uma alternativa aos métodos supracitados cada vez mais difundida no mundo, os estudos naturalísticos de direção procuram eliminar as interferências no comportamento do condutor ao avaliar a atividade de condução no dia a dia dos participantes (SINGH E KATHURIA, 2021).

O estudo se justifica, pois, é importante conhecer profundamente de que forma ocorrem os excessos de velocidade no dia a dia dos condutores e quais características são preponderantes para esses episódios, além de localizá-los na cidade. O excesso de velocidade está intimamente relacionado ao risco e à gravidade dos acidentes de trânsito. Esta avaliação é vital para o desenvolvimento de um sistema viário cada vez mais seguro, bem como para refletir sobre a possibilidade de inovações e políticas públicas de melhor qualidade para redução das velocidades praticadas no cotidiano de ambientes urbanos.

## 2. ESTUDOS NATURALÍSTICOS DE DIREÇÃO (NDS) E VELOCIDADE PRATICADA

Para a pesquisa de documentos relacionados a estudos naturalísticos de direção e excesso de velocidade foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “naturalistic driving”, “speeding” e “urban”, combinadas pelos operadores booleanos “AND” e “OR”. As plataformas de pesquisa utilizadas foram a *Science Direct* e *Scopus*.

A fim de conhecer o estado da arte sobre o tema, utilizou-se a metodologia de revisão sistemática da literatura chamada *Methodi Ordinatio*, que permite classificar os artigos quanto à sua relevância científica. A metodologia é baseada na aplicação de uma equação para o cálculo de um índice (*InOrdinatio*) associado a cada publicação, o qual se baseia (i) no fator de impacto, estabelecido periodicamente pelo *Journal Citation Reports (JCR)*, (ii) no ano da publicação da pesquisa e (iii) na quantidade de citações, conforme Equação 1 a seguir (PAGANI et al., 2015):

$$InOrdinatio = (FI / 1000) + (CI) + \{\alpha * [10 - (ano da pesquisa - ano da publicação)]\}$$

Equação 1

onde:

FI - Fator de impacto da revista onde o documento fora publicado;

CI - Número de citações do artigo;

$\alpha$  - Índice de relevância da data de publicação ( $1 \leq \alpha \leq 10$ ).

A literatura foi classificada em ordem decrescente segundo o *InOrdinatio*, buscando priorizar aquelas publicações que apresentaram os maiores valores absolutos do índice. Os artigos selecionados encontram-se ordenados no QUADRO 1.

QUADRO 1 – APLICAÇÃO DO *METHODI INORDINATIO* A REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<b>Autoria</b>	<b>Título</b>	<b>Ano da publicação</b>	<b>Ano da Consulta</b>	<b>FI (JCR)</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>CI</b>	<b>InOrdinatio</b>
Kong, X., Das, S., Jha, K. and Zhang, Y.	Understanding speeding behavior from naturalistic driving data: Applying classification based association rule mining	2020	2021	4993	10	23	118
Ahmed, M.M., Khan, M.N., Das, A. and Dadvar, S.E.	Global lessons learned from naturalistic driving studies to advance traffic safety and operation research: A systematic review	2022	2021	4993	10	1	116
Chen, W. and Donmez, B.	A Naturalistic Driving Study of Feedback Timing and Financial Incentives in Promoting Speed Limit Compliance	2022	2021	2968	10	0	113
van Nes, N., Bärghman, J., Christoph, M. and van Schagen, I.	The potential of naturalistic driving for in-depth understanding of driver behavior: UDRIVE results and beyond	2019	2021	4877	10	25	110
Bastos, J.T., dos Santos, P.A.B., Amancio, E.C., Gadda, T.M.C., Ramalho, J.A., King, M.J. and Oviedo-Trespalacios, O.	Is organized carpooling safer? Speeding and distracted driving behaviors from a naturalistic driving study in Brazil	2021	2021	4993	10	3	108
Perez, M.A., Sears, E., Valente, J.T., Huang, W. and Sudweeks, J.	Factors modifying the likelihood of speeding behaviors based on naturalistic driving data	2021	2021	4993	10	3	108
Ehsani, J.P., Harbluk, J.L., Bärghman, J., Williamson, A., Michael, J.P., Grzebieta, R., Olivier, J., Eusebio, J., Charlton, J., Koppel, S., Young, K., Lenné, M., Haworth, N., Rakotonirainy, A., Elhenawy, M., Larue, G., Senserrick, T., Woolley, J., Mongiardini, M., Stokes, C., Boase, P., Pearson, J. and Guo, F.	Naturalistic Driving Studies: An Overview and International Perspective	2021	2021		10	2	102
Richard, C.M., Lee, J., Atkins, R. and Brown, J.L.	Using SHRP2 naturalistic driving data to examine driver speeding behavior	2020	2021	3487	10	8	101

Ellison, A.B. and Greaves, S.P.	Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk?	2015	2021	4993	10	27	72
---------------------------------	--	------	------	------	----	----	----

Fonte: Autoria própria (2022)

## 2.1 EXCESSO DE VELOCIDADE

### 2.1.1 Excesso de velocidade como fator de risco

Segundo a Organização Panamericana de Saúde (2018), o aumento da velocidade está diretamente relacionado tanto a probabilidade de ocorrência de um sinistro quanto a sua gravidade. A cada 1% de aumento na velocidade média, o risco de ocorrência de um sinistro fatal aumenta 4% e de sinistro grave aumenta 3%. O risco de óbitos de pedestres em colisões frontais também cresce substancialmente com o aumento da velocidade (4,5 vezes maior de 50 km/h para 65 km/h). No choque entre automóveis, a Organização estima que o risco de morte entre os seus ocupantes é de 85% a 65 km/h.

O mesmo estudo revela que 93% das mortes no trânsito ocorrem em países de baixa e média renda, mesmo esses países representando apenas 60% de todos os veículos do mundo. Sinistros de trânsito são a principal causa de mortes entre jovens de 5 a 29 anos (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2018).

O relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre a situação mundial da segurança viária classificou o Brasil na pior avaliação referente aos limites de velocidades em áreas urbanas. Para a Organização, os limites não devem ultrapassar 50 km/h nas áreas urbanas e 30 km/h em áreas residenciais e/ou com grande circulação de pessoas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2018).

### 2.1.2 Legislação brasileira sobre o excesso de velocidade

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997, em seu capítulo III, Artigo 60, classifica as vias abertas à circulação, de acordo com sua utilização, em: I – nas vias urbanas: via de trânsito rápido, via arterial, via coletora e via local; II – nas vias rurais: rodovias e estradas. Já o Artigo 61, define que a velocidade máxima permitida em cada via será indicada por meio de sinalização, levando-se em conta suas características

técnicas e as condições de trânsito. Quando não sinalizada, a velocidade máxima permitida fica definida da seguinte forma (BRASIL, 1997):

1) Nas vias urbanas:

- i) Oitenta quilômetros por hora, em vias de trânsito rápido;
- ii) Sessenta quilômetros por hora, em vias arteriais;
- iii) Quarenta quilômetros por hora, em vias coletoras;
- iv) Trinta quilômetros por hora, em vias locais.

2) Nas vias rurais:

a) Nas rodovias de pista dupla:

- i) Cento e dez quilômetros por hora para automóveis, camionetas e motocicletas;
- ii) Noventa quilômetros por hora para os demais veículos.

b) Nas rodovias de pista simples:

- i) Cem quilômetros por hora para automóveis, camionetas e motocicletas;
- ii) Noventa quilômetros por hora para os demais veículos.

3) Nas estradas:

- i) Sessenta quilômetros por hora.

O CTB classifica no Artigo 258 as infrações punidas com multa, de acordo com sua gravidade, em quatro categorias (BRASIL,1997):

- i) Infração de natureza gravíssima, punida com multa no valor de R\$ 293,47 (duzentos e noventa e três reais e quarenta e sete centavos);
- ii) Infração de natureza grave, punida com multa no valor de R\$ 195,23 (cento e noventa e cinco reais e vinte e três centavos);
- iii) Infração de natureza média, punida com multa no valor de R\$ 130,16 (cento e trinta reais e dezesseis centavos);
- iv) Infração de natureza leve, punida com multa no valor de R\$ 88,38 (oitenta e oito reais e trinta e oito centavos).

O Artigo 259 define o número de pontos a serem computados ao condutor infrator, na CNH:

- i) Infração gravíssima – sete pontos;

- ii) Infração grave – cinco pontos;
- iii) Infração média – quatro pontos;
- iv) Infração leve – três pontos;

No Artigo 218, são definidas as infrações e penalidades impostas ao infrator por excesso de velocidade de acordo com a percentagem excedida em relação a máxima velocidade da via, da seguinte forma:

- i) quando a velocidade for superior à máxima em até 20% (vinte por cento):  
Infração – Média;  
Penalidade – Multa;
- ii) quando a velocidade for superior à máxima em até 50% (cinquenta por cento):  
Infração – Grave;  
Penalidade – Multa;
- iii) quando a velocidade for superior a máxima em mais de 50% (cinquenta por cento):  
Infração – Gravíssima;  
Penalidade – multa (3 vezes) e suspensão da permissão de dirigir.

A Resolução 798 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), de 2 de setembro de 2020, dispõe sobre as exigências técnicas para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, elétricos, reboques e semirreboques (BRASIL, 2020). Em seu Artigo 2º, determina que a medição da velocidade que exceda o limite regulamentar da via deve ser aferida por medidores de velocidade nos termos dispostos nesta Resolução. O medidor de velocidade é definido como o instrumento ou equipamento de aferição destinado a fiscalizar o limite máximo de velocidade regulamentado para o local, que indique a velocidade medida e contenha dispositivo registrador de imagem que comprove o cometimento da infração pelo inciso 1 deste Artigo.

Posteriormente, no Artigo 3º a Resolução define os tipos de medidores de velocidade como:

- 1) fixo: medidor de velocidade com registro de imagem instalado em local definido e em caráter duradouro, podendo ser especificado como:
  - a) controlador: medidor de velocidade destinado a fiscalizar o limite máximo de velocidade da via ou de seu ponto específico, sinalizado por meio de placa R-19;
  - b) redutor: medidor de velocidade, obrigatoriamente dotado de display, destinado a fiscalizar a redução pontual de velocidade estabelecida em relação à velocidade diretriz da via, por meio de sinalização com placa R-19, em trechos críticos e de vulnerabilidade dos usuários da via.
- 2) portátil: medidor de velocidade com registro de imagem, podendo ser instalado em viatura caracterizada estacionada, em tripé, suporte fixo ou manual, usado ostensivamente como controlador em via ou em seu ponto específico, que apresente limite de velocidade igual ou superior a 60 km/h.

Conforme o Capítulo V, Artigo 8º da mesma resolução, para caracterização de infrações de trânsito referentes a excesso de velocidade, a velocidade considerada para aplicação da penalidade resulta da subtração da velocidade medida pelo instrumento ou equipamento pelo erro máximo na legislação meteorológica em vigor, conforme tabela de valores referenciais de velocidade e tabela para enquadramento infracional, ambas dispostas no Anexo III da resolução, apresentadas na FIGURA 1 seguir (BRASIL, 2020):



FIGURA 1 – VELOCIDADES MÉDIA E CRÍTICA MEDIDAS DE ACORDO COM O CTB

VM (Km/h)	VC (Km/h)	VM (Km/h)	VC (Km/h)	VM (Km/h)	VC (Km/h)	VM (Km/h)	VC (Km/h)
27	20	69	62	111	103	153	142
28	21	70	63	112	104	154	143
29	22	71	64	113	105	155	144
30	23	72	65	114	106	156	145
31	24	73	66	115	107	157	146
32	25	74	67	116	108	158	147
33	26	75	68	117	109	159	148
34	27	76	69	118	110	160	149
35	28	77	70	119	111	161	150
36	29	78	71	120	112	162	151
37	30	79	72	121	113	163	152
38	31	80	73	122	113	164	153
39	32	81	74	123	114	165	153
40	33	82	75	124	115	166	154
41	34	83	76	125	116	167	155
42	35	84	77	126	117	168	156
43	36	85	78	127	118	169	157
44	37	86	79	128	119	170	158
45	38	87	80	129	120	171	159
46	39	88	81	130	121	172	160
47	40	89	82	131	122	173	161
48	41	90	83	132	123	174	162
49	42	91	84	133	124	175	163
50	43	92	85	134	125	176	164
51	44	93	86	135	126	177	165
52	45	94	87	136	126	178	166
53	46	95	88	137	127	179	166
54	47	96	89	138	128	180	167
55	48	97	90	139	129	181	168
56	49	98	91	140	130	182	169
57	50	99	92	141	131	183	170
58	51	100	93	142	132	184	171
59	52	101	94	143	133	185	172
60	53	102	95	144	134	186	173
61	54	103	96	145	135	187	174
62	55	104	97	146	136	188	175
63	56	105	98	147	137	189	176
64	57	106	99	148	138	190	177
65	58	107	100	149	139	191	178
66	59	108	100	150	140	192	179
67	60	109	101	151	140	193	179
68	61	110	102	152	141	194	180

Fonte: Brasil (2020)

Onde:

VM – Velocidade média medida em km/h;

VC – Velocidade crítica medida em km/h;

Para velocidades medidas superiores aos indicados na Figura 1, deve-se considerar o erro máximo admissível de 7%, com arredondamento matemático para se calcular a velocidade considerada, conforme indicado na TABELA 1.

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE INFRAÇÕES DE EXCESSOS DE VELOCIDADE (CTB)

<b>Limite Regulamentado (km/h)</b>	<b>218 I - Infração média</b>	<b>218 II - Infração grave</b>	<b>218 III - Infração gravíssima</b>
20	21 ≤VC≤24	25 ≤VC≤30	VC≥31
30	31 ≤VC≤36	37 ≤VC≤45	VC≥46
40	41 ≤VC≤48	49 ≤VC≤60	VC≥61
50	51 ≤VC≤60	61 ≤VC≤75	VC≥76
60	61 ≤VC≤72	73 ≤VC≤90	VC≥91
70	71 ≤VC≤84	85 ≤VC≤105	VC≥106
80	81 ≤VC≤96	97 ≤VC≤120	VC≥121
90	91 ≤VC≤108	109≤VC≤135	VC≥136
100	101 ≤VC≤120	121 ≤VC≤150	VC≥151
110	111 ≤VC≤132	133 ≤VC≤165	VC≥166
120	121 ≤VC≤144	145 ≤VC≤180	VC≥181

Fonte: Brasil (2020)

### 2.1.3 O excesso de velocidade e a política nacional de segurança viária

A Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018 estabeleceu o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), que acrescenta o art. 326-A ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e propõe um novo desafio para a gestão de trânsito no Brasil e para os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Trânsito. O objetivo do PNATRANS é, no período de dez anos, reduzir no mínimo à metade o índice nacional de mortos no trânsito por grupo de veículos e o índice nacional de mortos no trânsito por grupo de habitantes, em relação aos dados disponíveis no ano de publicação da lei. O Plano propõe iniciativas pautadas em seis pilares fundamentais para o desenvolvimento das propostas, permitindo dissolver a questão global para que seja abordada em suas diversas vertentes, sendo eles os seguintes (BRASIL, 2018; BRASIL, 2018):

Pilar 1: Gestão da Segurança no Trânsito;

Pilar 2: Vias Seguras;

Pilar 3: Segurança Veicular;

Pilar 4: Educação para o Trânsito;

Pilar 5: Atendimento às Vítimas;

Pilar 6: Normatização e Fiscalização.

Esses pilares são divididos em diversas ações e produtos que se relacionam ao estudo. No Pilar 2, a ação A2005, que visa regulamentar e orientar a implantação de projetos de gestão de velocidades em áreas urbanas, é dividida nos seguintes pilares:

- P2011 - Elaboração de manual de gestão de velocidades em áreas urbanas, em linha com a abordagem de Sistema Seguro e com a Declaração de Estocolmo;
- P2012 - Capacitações em gestão de velocidades para gestores públicos e técnicos de mobilidade de diferentes esferas;
- P2013 - Revisão dos limites de velocidade permitidos pela lei federal e adequação aos recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS);
- P2014 - Regulamentação da Fiscalização de Velocidade Média;
- P2015 - Publicação de lei dispendo sobre velocidade de circulação de motociclistas nos corredores, considerando um limite menor ou igual ao limite da via;
- P2016 - Elaboração e execução de programa de fiscalização de velocidade de circulação de motocicletas nos corredores.
- Ainda no Pilar 2, a ação A2017, que visa estabelecer procedimentos para identificação e tratamento de pontos críticos de sinistros de trânsito, também pode ser beneficiada pelos resultados e conclusões do estudo, e é dividida nos seguintes produtos:
  - P2051 - Elaboração de Manual para identificação e tratamento de pontos críticos de sinistros de trânsito;
  - P2052 - Capacitação para técnicos, projetistas e gestores na identificação e tratamento de pontos críticos;
  - P2053 - Elaboração de Programa de tratamento de pontos críticos de sinistros de trânsito.

Do pilar 6, a ação A6017 é relacionada a este estudo através de seu primeiro produto, disposto a seguir:

- P6019 - Instalação de equipamentos de fiscalização eletrônica em novos pontos críticos identificados por estudos realizados.

Cabe ainda destacar que o PNATRANS se encontra alinhado às diretrizes internacionais que dizem respeito à redução do excesso de velocidade. A OMS (2021), no lançamento da Década de Ação pela Segurança no Trânsito, previu dez metas globais de desempenho para segurança no trânsito, dentre as quais, a número seis relaciona-se de forma intensiva ao presente estudo, sendo ela “até 2030, reduzir à metade a proporção de veículos trafegando acima do limite de velocidade e reduzir as lesões e mortes relacionadas à velocidade” (BRASIL,2018).

#### 2.1.4 Estudos brasileiros sobre o excesso de velocidade

O Instituto Cordial, utilizando o conjunto de dados “Speeds”, do Uber Movement, avaliou em 2018 a relação entre as velocidades médias desenvolvidas pelos veículos do aplicativo e a frequência de sinistros na cidade de São Paulo (SP). Esse conjunto de dados contém as velocidades médias de hora em hora para todas as vias em que circulam veículos realizando viagens do aplicativo. O Instituto relacionou esses dados às informações referentes a sinistros na capital paulista, disponíveis na plataforma Vida Segura da prefeitura, e aos dados de características do sistema viário da cidade do próprio instituto (MEYER *et al.*, 2020).

No estudo, foram analisados 572 milhões de registros de velocidades médias por segmento de via, em 16 mil quilômetros de vias, distribuídos em 140 mil faces de quadras em relação aos dados dos 13 mil sinistros ocorridos naquele ano na cidade, com mais de 15 mil vítimas, sendo destas 810 fatais. 49% destes sinistros puderam ser avaliados de acordo com a velocidade média na hora e via em que ocorreram. O estudo avaliou, então, uma série de hipóteses. Destas hipóteses levantadas no Painel de Segurança Viária em 2019, sete foram selecionadas para serem discutidas no relatório (MEYER *et al.*, 2020), as quais encontram-se listadas a seguir:

- a) A maior frequência de sinistros em situações de congestionamento foi confirmada. Os atropelamentos por motociclistas foram 22 vezes mais frequentes em situações de congestionamento leve e 90 vezes mais frequentes em situações de congestionamento pesado em relação às situações sem congestionamento.

- b) Quando o fluxo é livre, há mais sinistros fatais foi uma hipótese não confirmada pelo estudo. O principal fator para ocorrência dessas fatalidades é a velocidade praticada e não apenas se o fluxo está livre.
- c) Quanto mais longa a quadra, a possibilidade de desenvolvimento de maiores velocidades cresce foi outra hipótese confirmada.
- d) Quanto mais longa a quadra, mais severos foram os sinistros foi mais uma hipótese confirmada.
- e) O estudo também confirmou que ao acontecer um sinistro, a velocidade média da via se reduz nos dois sentidos por tempo considerável, chegando a 32% de redução na primeira hora após o sinistro.
- f) Uma hipótese não confirmada pelo estudo foi a de que em vias com dois sentidos de velocidades permitidas muito distintas uma da outra, os sinistros são mais frequentes e severos. Nos acidentes analisados, não foi comprovada uma influência estatisticamente significativa dessa diferença para frequência e severidade dos acidentes.
- g) Em relação ao gênero do condutor, a análise dos dados confirmou que sinistros envolvendo condutores do sexo masculino tenderam a ser mais severos, com a taxa de fatalidade chegando a ser 79% quando conduzem motocicletas no período noturno em vias com velocidades maiores (MEYER *et al.*, 2020).

É importante lembrar que, sempre que há uma colisão, atropelamento ou qualquer tipo de sinistro envolvendo veículos, trata-se, fundamentalmente, de transferência de energia cinética: quanto maior a energia em um sinistro, maior o potencial de ele ser letal para as pessoas envolvidas, que absorvem essa energia via trauma (impacto) ou repentina desaceleração. Como a velocidade é diretamente proporcional a quantidade de energia, essa variável é essencial para avaliação da severidade do sinistro (MEYER *et al.*, 2020).

Na Seção 2.2. é apresentado um panorama geral das análises já realizadas acerca de estudos naturalísticos de direção mundialmente.

## 2.2 ESTUDOS NATURALÍSTICOS DE DIREÇÃO

Van Schagen *et al.* (2011) definem um estudo naturalístico de direção (*Naturalistic Driving Study - NDS*) como um estudo realizado para fornecer informações sobre o comportamento de condutores durante viagens do cotidiano por meio da gravação de dados dos condutores, veículos e do ambiente por meio de equipamentos de coleta de dados não invasivos e sem controle experimental.

As pesquisas mais tradicionais de segurança viária são baseadas principalmente em dados agregados de sensores pontuais, como detectores em *loop* e sistemas de Identificação Automática de Veículos (AIV), dados climáticos de estações próximas e dados de sinistros de reportes policiais e fontes similares. Uma das maiores limitações das análises a partir desses dados é a falta de informações quanto ao comportamento e performance do condutor e quanto ao veículo e ambiente durante o percurso (EHSANI *et al.*, 2021).

Dados de estudos naturalísticos, por sua vez, consideram todos os níveis da trajetória, permitindo que comportamento e o desempenho do condutor sejam analisados durante de todo o tempo e percurso da viagem. Assim, a partir desses estudos é possível conduzir investigações no âmbito da segurança viária, avaliando os impactos operacionais do comportamento do condutor e outros fatores relacionados ao clima, trânsito e geometria da via (AHMED *et al.*, 2022).

Usualmente, o sistema de coleta de dados de um *NDS* envolve um computador que recebe e armazena dados contínuos de velocidade, um sistema de posicionamento global (*Global Positioning System - GPS*) e um conjunto de câmeras. As câmeras podem capturar a face do condutor, o painel do veículo, áreas alcançáveis pelas mãos do condutor e o sistema viário. Os sistemas de coleta de dados podem ser construídos sob medida, montados usando componentes prontos ou usar os recursos de um *smartphone*, dependendo do objetivo do estudo (EHSANI *et al.*, 2021).

Por serem relativamente recentes e exigirem um alto investimento, os estudos naturalísticos de direção de larga escala se concentram em países de alta renda. Austrália, Canadá, China, países da União Europeia e Estados Unidos da América (EUA) concentram a maioria das iniciativas. Esses estudos diferem entre si majoritariamente em relação aos focos centrais das pesquisas,

tamanho da amostra e critérios de inclusão de condutores, instrumentação instalada e duração da observação de cada participante (EHSANI *et al.*, 2021).

O método de estudo naturalístico de direção foi aplicado pela primeira vez em larga escala nos EUA no *100-Car Naturalistic Driving Study*, com toda sua instrumentalização fornecida pelo Virginia Tech Transportation Institute (VTTI) (Neale *et al.*, 2015). O estudo demonstrou o grande potencial da então nova metodologia, aumentando o interesse pelo mundo no tema. Desde então, um dos estudos naturalísticos de maior escala no mundo, o *Strategic Highway Research Program 2 (SHRP2)*, foi concluído nos EUA. No *SHRP2*, cerca de 2 mil automóveis foram equipados com sistemas de aquisição de dados sob medida (DAS), resultando em uma amostra de mais de 3 mil condutores em um ano, totalizando quase 80 milhões de quilômetros percorridos em seis áreas diferentes (BLATT *et al.*, 2015).

Os estudos naturalísticos canadenses e australianos podem ser considerados extensões do *SHRP2*, já que utilizaram o mesmo sistema de aquisição de dados construído sob medida, diferenciando apenas significativamente do estudo estadunidense pelo tamanho das amostras. 1,8 milhão de quilômetros foram percorridos tanto no Canadá quanto na Austrália por 149 e 352 condutores, respectivamente (BLATT *et al.*, 2015).

Utilizando dados do programa UDRIVE, primeiro estudo naturalístico de direção de maior escala em rodovias europeias, que documentou viagens motoristas de caminhões, automóveis e motocicletas, van Ness *et al.* (2019) buscaram padronizar o comportamento de motoristas em escala mundial. Para tanto, os resultados desse estudo foram comparados com outros estudos naturalísticos. A partir dessa comparação, os autores notaram que as diferenças entre o comportamento dos condutores variaram muito entre os diferentes países, evidenciando a importância de estudos naturalísticos localizados para dar suporte à adoção de medidas eficientes pelas autoridades locais para uma direção mais segura e ecológica (VAN NESS *et al.*, 2019).

Outra utilidade explorada com estudos naturalísticos de direção foi explorada por Ahmed *et al.* (2022). Os autores revisaram sistematicamente 117 estudos naturalísticos de direção a fim de construir um perfil adequado de comportamento para o desenvolvimento de automóveis autônomos e conectados. Para tanto, fizeram uso da metodologia “*Preferred Reporting Items*

for Systematic Reviews and Meta-Analyzes” (PRISMA) para a filtragem de 2.304 publicações sobre estudos naturalísticos de direção.

Uma das principais limitações dos estudos naturalísticos é a quantidade dos recursos necessários para o levantamento, processamento, tratamento e análise de dados. A instrumentalização dos veículos é cara e complexa. Isso tende a limitar o tamanho da amostra e levantar questionamentos sobre a validade da generalização dos dados obtidos. Essas limitações podem ser ainda estendidas por problemas na qualidade dos dados ou pelo período de adaptação dos pesquisadores a aprenderem a utilizar e interpretar múltiplos dados complexos (EHSANI *et al.*, 2021).

Simmons *et al.* (2016) ainda cita um outro importante obstáculo a obtenção de dados que reproduzam fielmente todo tipo de condutor que são as recompensas oferecidas geralmente pelas equipes de pesquisa. Essas recompensas, usualmente, só despertam interesse de participação de um grupo determinado de pessoas que pode não refletir o universo de condutores que temos na realidade.

Outra limitação é o fato de que a maioria dos participantes dos estudos serem voluntários que tendem a ser mais responsáveis e seguros, já que estiveram dispostos a contribuir com seus dados para pesquisas de segurança viária. Além disso, o fato de que colisões graves serem raras, suas ocorrências durante um *NDS* tendem a ser relativamente menores, pelos condutores saberem que estão sendo analisados (EHSANI *et al.*, 2021).

Os estudos naturalísticos de direção vêm trazendo novas perspectivas na análise do comportamento de escolha da velocidade, ainda que o estudo da ocorrência de excessos de velocidade traga consigo inúmeros obstáculos. Até hoje, os principais dados referentes a esse tema são provindos de pequenos estudos observacionais, dados de registros de tráfego e pesquisas de autorrelato. Os estudos naturalísticos de direção, porém, vem trazendo novas perspectivas na análise deste fenômeno. Estes estudos permitem que os pesquisadores colem dados quanto às velocidades praticadas pelos condutores em viagens do cotidiano (RICHARD *et al.*, 2020).

Na sequência, a Seção 2.3 tem por objetivo melhor detalhar a análise da velocidade praticada através de estudos já publicados em todo mundo referente a este tema.



### 2.3 ANÁLISE DA VELOCIDADE PRATICADA POR MEIO DE NDS

O documento *Motivations for Speeding, Volume I: Summary Report* (NHTSA, 2012) divide os comportamentos dos motoristas quanto a velocidade praticada em quatro categorias:

- *Tipo 1:* Condutor está intencionalmente tentando ficar abaixo da velocidade máxima permitida na via, o que caracteriza uma condição de controle.
- *Tipo 2:* Condutor não está preocupado nem restringido pelo limite regulamentado de velocidade da via, porém está tentando evitar cometer infrações que gerem multas (menos de 10 mph acima do limite legal).
- *Tipo 3:* Condutor não está preocupado com o limite regulamentado de velocidade da via e está disposto a correr riscos quanto a segurança e multas (mais de 10 mph e menos de 20 mph acima do limite legal).
- *Tipo 4:* Condutor está viajando a uma velocidade que a maioria dos outros condutores identificaria claramente como “imprudente” ou muito rápido para as condições locais, em um claro desrespeito à velocidade permitida por lei (mais de 20mph acima do limite legal).

Para esse estudo, a NHSTA (2012) aplicou um estudo naturalístico de direção com condutores de diferentes gêneros e faixas etárias em Seattle e no Texas. O estudo teve por objetivo identificar as razões da prática do excesso de velocidade, modelar os relativos papéis de fatores situacionais, demográficos e de personalidades para prever as velocidades de condução nas viagens. Além disso, os praticantes do excesso de velocidade foram categorizados e foram

identificadas intervenções/contramedidas e estratégias para reduzir comportamentos de excesso de velocidade.

O estudo concluiu que ser homem e ser jovem são características demográficas que favorecem a ocorrência de eventos de excessos de velocidade. Salários mais altos e ensino superior completo foram fatores socioeconômicos que também favoreceram a ocorrência de eventos de excesso de velocidade. Esses episódios foram mais comuns nos fins de semana e em períodos no horário de pico da manhã (NHTSA, 2012).

Baseados em dados coletados no estudo naturalísticos de direção *SHRP 2*, Perez *et al.* (2021) utilizaram um modelo de regressão beta aliado a um questionário aplicado aos condutores participantes do estudo. Suas idades, gênero, localidade e velocidade adequada à via em que estavam transitando foram analisadas para identificar padrões nas ocorrências de eventos de excesso de velocidade. Os autores caracterizaram para o estudo a velocidade adequada à rodovia como a velocidade permitida em lei ou “muito rápida para as condições locais”. Os dados brutos de localização dos dados do *SHRP 2 NDS* foram combinados com uma base georreferenciada do sistema viário existente (NAVTEQ 2012Q2, HERE.com) reduzindo os pares brutos de latitude e longitude do *GPS* em travessias de “*Link IDs*” no mapa. Os *Link IDs* representavam segmentos da rede viária que se conectavam a outros segmentos por meio de nós (MCLAUGHLIN e HANKEY, 2015).

A velocidade permitida por lei foi obtida, para cada “*Link ID*” a partir do *Google Maps Roads Application Program Interface (API)*, entre outubro e novembro de 2015. Como a *API* exigia coordenadas *GPS* e não era compatível com os identificadores de link, os *Link IDs* obtidos do banco de dados de mapas foram transformados em coordenadas *GPS* através do uso de dados de travessia empíricos e representativos obtidos do *SHRP 2 NDS*. Para cada motorista, cada viagem no conjunto de dados foi caracterizada com base no tempo total e na distância que o condutor ultrapassou o limite de velocidade. As avaliações de excesso de velocidade foram feitas por meio da comparação direto, ou seja, qualquer valor acima do limite de velocidade mais 5 mph e qualquer valor acima do limite de velocidade mais 10 mph (PEREZ *et al.*).

Perez *et al.* (2021) observaram nessa análise que quanto menor for o limite de velocidade da via, maiores são as ocorrências de excesso de

velocidade. Esse resultado condiz com resultados de estudo da *NHTSA* (2020), que mostrou que mais de 40% dos sinistros fatais relacionados ao excesso de velocidade em rodovias estadunidenses aconteceram em áreas urbanas com uma baixa velocidade máxima permitida. Esse estudo também reafirmou conclusões de outras pesquisas (YAGIL, 1998; WILLIAMS *et al.*, 2006; RICHARD *et al.*, 2020; NHTSA, 2020) quanto à influência de gênero e idade em sinistro relacionados ao excesso de velocidade. Quanto mais jovem o condutor, mais propenso é de se envolver em sinistros fatais, particularmente se for homem.

A partir dos mesmos dados do *SHRP 2*, Richard *et al.* (2020) buscaram identificar informações básicas quanto a eventos de excesso de velocidade, como a quantificação desses excessos e a identificação de fatores predominantes de influência. Para isso, foi definido um “*speed event*” (SE) como uma situação em que o condutor superou em mais de 10 mph o limite de velocidade por no mínimo 6 segundos e em 15 mph pelo menos um segundo a velocidade máxima permitida da rodovia. Outra definição importante para a análise dos dados foi a de “*Free Flow Episode*” (FFE), que corresponde à situação em que o veículo está em movimento, sem a influência de congestionamentos, dispositivos controladores de tráfego e curvas que requerem uma desaceleração considerável.

O estudo constatou que a média de ocorrências de SE por viagem aumenta de forma inversamente proporcional à idade do condutor (0,45 para condutores entre 16-24 anos, 0,31 para o grupo de 25-44 anos e 0,20 para 45-64 anos). 37% de todos os condutores monitorados tiveram uma média de menos de um SE por viagem, enquanto 10% mostraram uma média de 0 SE por viagem. O grupo de condutores entre 16-24 anos teve 22% de seus condutores com mais de 5% do tempo envolvidos em SE, contrapondo aos 14% e 7% apresentados pelos grupos de 25-44 e 46-64 anos, respectivamente.

Kong *et al.* (2020), por outro lado, consideram que, se o condutor ultrapassar em pelo menos 1 mph o limite regulamentado da via, isso já se caracteriza como um episódio de excesso de velocidade. Do ponto de vista da duração, eventos foram considerados moderados quando duraram entre 30 segundos e 2 minutos e longos quando duraram mais de dois minutos. Em relação a velocidade, quando a velocidade média do episódio ultrapassou entre

1 mph e 5 mph a velocidade legal da via, o evento foi considerado moderado e quando ultrapassou mais de 5 mph, grave.

Na Austrália, os dados do *Australian Naturalistic Driving Study (ANDS)* foram utilizados para analisar a influência da infraestrutura da rodovia no comportamento dos condutores, especialmente em relação a velocidade praticada. A partir do estudo, concluiu-se que o tipo de intersecção de vias presente (rotatórias, preferenciais, com/sem semáforos etc.) foi o principal fator de modificação do comportamento do condutor quanto à velocidade. Em média, a presença de rotatórias foi caracterizada por induzir os condutores a praticarem velocidades consideravelmente mais baixas em comparação com intersecções com a preferencial de circulação ou controle semafórico. O estudo concluiu que rotatória é o único tipo comum de intersecção que parece garantir pouca probabilidade (>10%) de sinistros sérios ou fatais (MORGARDINI *et al.*, 2020). Utilizando dados obtidos a partir de outro estudo naturalístico de direção feito em Sydney (Austrália) e as estatísticas fornecidas pelo *New South Wales Traffic Accident Database System (TADS)* quanto a sinistros nessa região, Ellison e Greaves (2015) avaliaram o efeito do excesso de velocidade na economia de tempo por dia. O estudo contou com 106 condutores por um período de cinco semanas, em 2010. Seguindo um procedimento aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da Universidade de Sidney (HREC), os participantes não foram informados que o excesso de velocidade estava sendo monitorado até o fim do período de coleta de dados, o que é crucial para termos dados compatíveis com a direção do dia a dia.

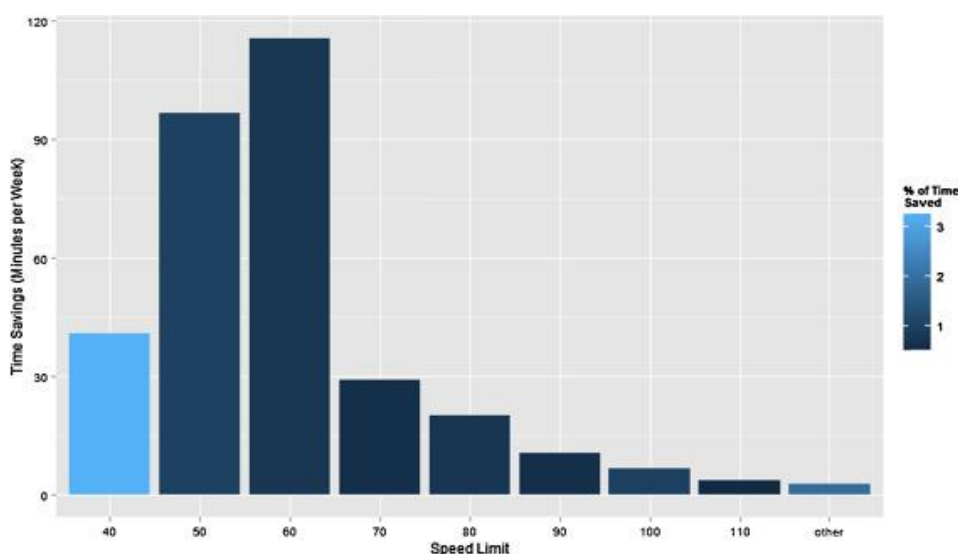
A cada segundo, a velocidade, a latitude, a longitude, a altitude, a data e a hora foram registradas. Essas informações foram então comparadas a um banco de dados de limites de velocidade baseado em Sistema de Informações Geográficas (GIS) para que os locais onde ocorriam os excessos de velocidade pudessem ser identificados. Os tempos de viagem para qualquer comportamento avaliado (incluindo excesso de velocidade) foram determinados a partir das próprias informações do *GPS* (ELLISON E GREAVES, 2015).

Para calcular a economia de tempo que ocorre como consequência do excesso de velocidade, quaisquer conduções acima do limite de velocidade (por exemplo, dirigir a 62 km/h em uma zona de 60 km/h) foram recodificados para

corresponder ao limite de velocidade (para 60 km/h neste exemplo) (ELLISON E GREAVES, 2015).

Os autores concluíram que o tempo médio e mediano poupado por dia pelo tráfego acima do limite de velocidade permitido por lei foi de 26 s/dia e 18 s/dia, respectivamente. Trazendo para um período anual, isso representa menos de duas horas poupadas. Essa economia de tempo foi também analisada entre vias de diferentes velocidades máximas como mostra o GRÁFICO 1 a seguir (ELLISON E GREAVES, 2015).

GRÁFICO 1 - ECONOMIA DE TEMPO POR EXCESSOS DE VELOCIDADE



Fonte: Ellison e Greaves (2015)

No cenário brasileiro, a partir do aplicativo de Power BI gerado com os dados do estudo naturalístico de direção realizado em Curitiba, Brasil foi possível determinar preliminarmente algumas características da prática do excesso de velocidade na cidade. De forma geral, 17,77% do tempo de viagem dos 32 condutores monitorados no estudo ocorreu sob excesso de velocidade. Durante 31,51% do tempo total de viagem houve a oportunidade aos condutores para a prática do excesso de velocidade. Ou seja, em relação ao tempo de oportunidade de exceder a velocidade, em 56,40% do tempo os condutores excederam (SHIMOYAMA, 2020).

No mesmo estudo, vias com limite de velocidade de 10 km/h e 20 km/h apresentam excesso de velocidade durante quase todo o tempo de viagem em

que existe a oportunidade de excesso de velocidade, com 100% e 96,34%, respectivamente. Em seguida, as vias de 30, 40 e 110 quilômetros por hora foram as que apresentaram a maior parcela do tempo de viagem sob excesso de velocidade em relação ao tempo com oportunidade, com 69,12%, 53,65% e 52,08%, respectivamente (SHIMOYAMA, 2022).

Em relação à hierarquia das vias de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, vias de trânsito rápido foram as que apresentaram maior percentual de tempo com uma condução em velocidades acima do limite de velocidade, com aproximadamente  $\frac{3}{4}$  do tempo. Já levando em conta a classificação quanto à hierarquia da via pelo município de Curitiba, rodovias federais de pistas simples foram as que apresentaram a maior percentagem de tempo sob excesso de velocidade, com os mesmos  $\frac{3}{4}$  do tempo. Nesse ponto, é importante salientar que o tempo de condução nessas vias é muito pequeno em relação ao tempo total de viagens do estudo (SHIMOYAMA, 2020).

Para os artigos analisados pela metodologia *Methodi InOrdinatio*, foi feita o TABELA 2, expondo os principais resultados dos estudos consultados, apresentado a seguir:

TABELA 2 - QUADRO RESUMO DAS REFERÊNCIAS AVALIADAS PELO *METHODI INORDINATIO*

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Year</b>	<b>Journal/Proceedings</b>	<b>Fatores Determinantes Analisados</b>	<b>Principais Resultados</b>
Kong, X., Das, S., Jha, K. and Zhang, Y.	Understanding speeding behavior from naturalistic driving data: Applying classification based association rule mining	2020	Accident Analysis & Prevention	Investigar as relações entre excesso de velocidade dos condutores e condições viagem, condução e rodovias.	Velocidades de trânsito que superam o limite em mais de 5 mph são mais comuns em vias de classes menores, experienciando perda de velocidade por congestionamento e tendo a presença de canteiro central. Excessos que superam em menos de 5mph são mais comuns em situações de congestionamentos antes do evento, viagens menores que 30 minutos e rodovias de classes elevadas.
Ahmed, M.M., Khan, M.N., Das, A. and Dadvar, S.E.	Global lessons learned from naturalistic driving studies to advance traffic safety and operation research: A systematic review	2022	Accident Analysis & Prevention	-	Climas adversos, visibilidades reduzidas, superfície da via alterada, presença de curvas, congestionamentos, idade e experiência dos condutores são os fatores de influência mais significativos para a velocidade praticada.
Chen, W. and Donmez, B.	A Naturalistic Driving Study of Feedback Timing and Financial Incentives in Promoting Speed Limit Compliance	2022	IEEE Transactions on Human-Machine Systems	Efeito de incentivos financeiros e feedback em tempo real e pós viagem no respeito aos limites de velocidade das vias.	Incentivos financeiros e feedbacks em tempo real contribuíram na observância dos limites de velocidade, porém o efeito não se sustentou quando retiradas as medidas.
van Nes, N., Bårgman, J., Christoph, M. and van Schagen, I.	The potential of naturalistic driving for in-depth understanding of driver behavior: UDRIVE results and beyond	2019	Safety Science	-	A cultura de direção varia muito de acordo com a região de estudo.
Bastos, J.T., dos Santos, P.A.B., Amancio, E.C.,	Is organized carpooling safer? Speeding and distracted driving behaviors from a	2021	Accident Analysis & Prevention	Mudança de comportamento dos motoristas quando em viagens por aplicativos de carona.	A ocorrência de caronas organizadas por aplicativos tende a gerar viagens com menos eventos de excesso de velocidade.

Gadda, T.M.C., Ramalho, J.A., King, M.J. and Oviedo- Trespacios, O.	naturalistic driving study in Brazil				
Perez, M.A., Sears, E., Valente, J.T., Huang, W. and Sudweeks, J.	Factors modifying the likelihood of speeding behaviors based on naturalistic driving data	2021	Accident Analysis & Prevention	Identificar padrões nas ocorrências de eventos de excesso de velocidade.	Mais de 40% dos sinistros fatais relacionados ao excesso de velocidade em rodovias estadunidenses aconteceram em áreas urbanas com uma baixa velocidade máxima permitida. Quanto mais jovem o motorista, mais propenso a se envolver em sinistros fatais, particularmente para homens.
Ehsani, J.P., Harbluk, J.L., Bärgman, J., Williamson, A., Michael, J.P., Grzebieta, R., Olivier, J., Eusebio, J., Charlton, J., Koppel, S., Young, K., Lenné, M., Haworth, N., Rakotonirainy, A., Elhenawy, M., Larue, G., Senserrick, T., Woolley, J., Mongiardini, M., Stokes, C., Boase,	Naturalistic Driving Studies: An Overview and International Perspective	2021	International Encyclopedia of Transportation, pp. 20-38	Trazer uma visão geral dos estudos naturalísticos de direção já feitos no mundo	Concluiu-se que o tipo de intersecção de vias presente (rotatórias, preferenciais, com/sem semáforos etc.) é o principal fator de modificação do comportamento do condutor quanto a velocidade. A presença de rotatórias é caracterizada por fazer os condutores praticarem velocidades consideravelmente mais baixas em comparação com intersecções com a presença de preferencias ou semáforos.



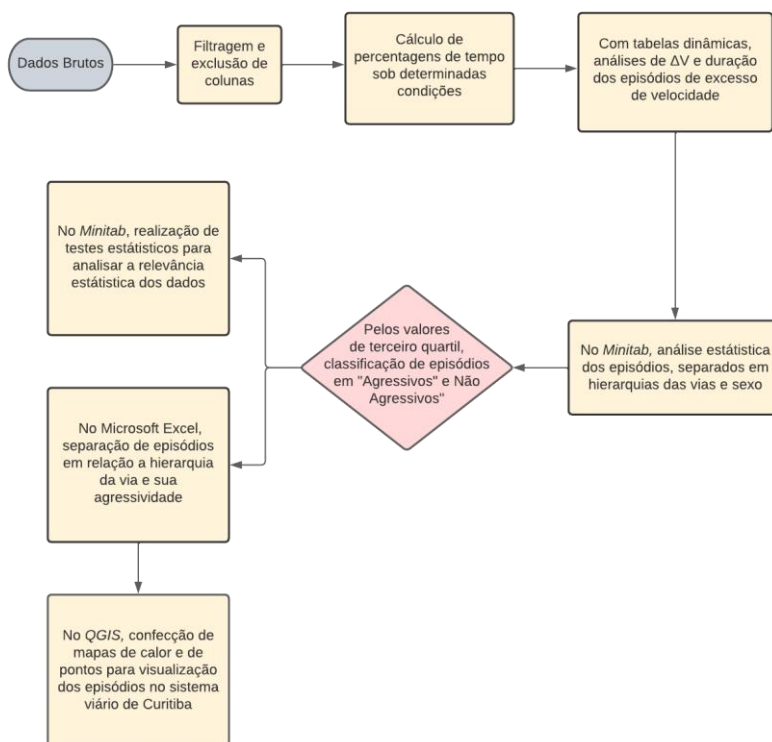
P., Pearson, J. and Guo, F.					
Richard, C.M., Lee, J., Atkins, R. and Brown, J.L.	Using SHRP2 naturalistic driving data to examine driver speeding behavior	2020	Journal of Safety Research	Quantificar episódios de excessos de velocidade e identificar fatores predominantes de influência.	37% de todos os motoristas documentados tiveram uma média de menos de um SE por viagem, enquanto 10% mostraram uma média de 0 SE por viagem. Quanto mais novo o condutor, mais propenso a episódios de excesso de velocidade.
Ellison, A.B. and Greaves, S.P.	Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk?	2015	Accident Analysis & Prevention	Avaliar se o risco gerado pelo excesso de velocidade vale a economia de tempo.	A economia de tempo média pelo excesso de velocidade é de 26 s / dia; Em rodovias de 100 km/h, em média uma fatalidade acontece a cada 24.450 horas economizadas.

Fonte: Autoria própria (2022)

### 3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi estruturada conforme descrito a seguir. Na Seção 3.1, são fornecidas informações sobre a forma de coleta dos dados utilizados para este estudo (velocidades instantâneas e localização geográfica segundo a segundo). Por ter sido uma etapa preliminar ao envolvimento do Autor no projeto de pesquisa, esta etapa não será detalhada. Porém, serão indicadas fontes que descrevem este procedimento na íntegra. Na Seção 3.2, as etapas de tratamento e análise dos dados são descritas, bem como define-se a delimitação do cenário de estudo, onde efetivamente se iniciou a contribuição do Autor para o presente trabalho. O fluxograma resumido da metodologia do trabalho está representado na FIGURA 2.

FIGURA 2 - ESQUEMA DA METODOLOGIA DO ESTUDO



Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.1. LEVANTAMENTO DE DADOS

O estudo naturalístico de direção utilizado para o desenvolvimento deste trabalho foi concebido conforme o princípio do “protótipo mínimo viável”, com instrumentação dos veículos particulares dos condutores participantes. Foram utilizados para a coleta de dados: um *notebook*, um inversor de voltagem, um dispositivo GPS (*Global Positioning System*) e três câmeras, uma interna e duas externas. Imagens e dados de posicionamento e velocidade foram coletados a cada segundo de viagem, sem gravação de áudio, a fim de reservar o condutor de uma exposição desnecessária para o objetivo do estudo (BORGUEZANI *et al.*, 2020).

No total, 32 condutores foram recrutados, somando 924 viagens. As viagens e os estudos foram realizados em Curitiba e Região Metropolitana, no estado do Paraná, Brasil. A primeira viagem de cada condutor foi descartada, pois o período foi usado para ambientação dos condutores à presença dos equipamentos. Apenas tempos válidos foram utilizados para desenvolvimento deste estudo. 381,45 horas totais de viagem foram documentadas, das quais 299,08 horas foram consideradas válidas. Para caracterizar cada segundo de viagem como tempo válido, os dados devem cumprir os seguintes critérios:

- a) Fornecer imagens de vídeo e dados de *GPS*;
- b) Estar com o veículo ligado;
- c) Estar com o freio de mão desativado (abaixado).

É possível encontrar informações mais aprofundadas sobre o estudo no artigo de Borguezani *et al.* (2020).

### 3.2. TRATAMENTO DOS DADOS E DELIMITAÇÃO DO CENÁRIO DE ESTUDO

O primeiro passo da metodologia deste trabalho foi preparar os dados coletados no estudo naturalístico em questão. Com quatro planilhas distintas de dados das viagens realizadas pelos condutores, inicialmente foram eliminados os dados coletados que não foram considerados relevantes para escopo deste estudo. Desta forma, as colunas que indicavam as horas, os minutos, a

velocidade em mph, a aceleração, a altitude, o azimute e a ocorrência ou não de viagens por aplicativos foram excluídas.

Além disso, para limitar o cenário espacial da análise, foram eliminados os dados de viagens fora da cidade de Curitiba (PR). Assim, foi possível eliminar também a coluna indicativa da cidade da viagem, considerando que todas as viagens restantes foram na cidade de Curitiba. Como o objetivo do estudo foi realizar uma análise do excesso de velocidade, as linhas que indicavam vias sem identificação de limite de velocidade também foram eliminadas. Com esta redução no tamanho da base de dados, foi possível concentrar todos os dados em somente uma planilha (número de linhas inferior ao limite de 1 milhão do *Microsoft Excel*).

Após, foram adicionadas então oito outras colunas para indicar o sexo do condutor, quantificar a oportunidade do excesso de velocidade (quando a velocidade praticada é maior que a velocidade regulamentar menos 10 km/h), a existência ou não de excesso de velocidade no segundo avaliado, a contagem de eventos de excesso de velocidade e a magnitude desses excessos, classificando-os em:

- menos de 10% acima do limite legal da via;
- mais de 10% e menos de 20% acima;
- e mais de 20% acima do limite.

A partir dessas colunas foram calculados, para facilitar a análise do excesso de velocidade na amostra, três indicadores:

- O percentual do tempo em que os condutores estiveram acima da velocidade permitida em relação ao tempo total (I1);
- O percentual do tempo com a oportunidade de exceder a velocidade em relação ao tempo total (I2);
- O percentual do tempo em que os condutores estiveram acima da velocidade permitida em relação ao tempo com oportunidade de exceder a velocidade (I3).

Os indicadores I1, I2 e I3 foram calculados também de acordo com o tipo de via em que os condutores transitavam. O I3 foi avaliado de acordo com o sexo, uso ou não de cinto de segurança e de telefone celular. O tempo acima do limite de velocidade da via foi dividido em três níveis:

- até 10% acima do limite;
- entre 10 e 20% acima do limite;
- mais de 20% acima do limite.

O percentual de tempo em relação ao tempo de oportunidade total em cada nível também foi calculado para todas as categorias.

Foi considerado um episódio de excesso de velocidade qualquer situação em que houve pelo menos um segundo de excesso de velocidade. A partir da identificação dos episódios, foi possível realizar a classificação dos episódios. Foram considerados mais agressivos aqueles episódios de maior duração e maior diferença de velocidade em comparação à permitida na via ( $\Delta V$ ). Apesar de Richard *et al.* (2020) e Kong *et al.* (2020) adotarem critérios diferentes, como exposto na Seção 2.3., foi definido este critério pelo volume relativamente menor de dados, a fim de não eliminar muitos casos. Como será detalhado na sequência deste documento, posteriormente esses episódios foram classificados como “Agressivos” e “Não Agressivos” de acordo com sua duração e  $\Delta V$  médio, tomando como limite os terceiros quartis destes dados.

Foram determinadas as durações de cada um desses episódios e a diferença média de velocidade em comparação à permitida na via ( $\Delta V$ ) de cada episódio. Posteriormente, a duração desses episódios e a média de seus  $\Delta V$ s foram analisados matematicamente de acordo com a hierarquia de via (CTB) em que aconteceram e o sexo do condutor que excedeu a velocidade permitida para a via em que transitava. Para esta análise, foram descartados os episódios em que o condutor excedeu em 10% ou menos a velocidade permitida da via.

O software estatístico *Minitab* foi utilizado para a construção de gráficos de dispersão da média do  $\Delta V$  do episódio (km/h) pela duração deste episódio (s). Foi gerado um gráfico contendo todos os episódios e foram gerados também gráficos para os episódios que aconteceram em cada hierarquia de via.

Descartando ainda os episódios em que o condutor excedeu em 10% ou menos a velocidade permitida da via, obtidos em planilhas e tabelas dinâmicas do *Microsoft Excel*, foi usado também o *Minitab* para determinar suas médias, desvios padrão, máximos, mínimos, medianas, primeiro quartil e terceiro quartil.

A partir desses resultados, a classificação quanto à agressividade do episódio foi estabelecida como sendo:

- a) **Eventos agressivos:** Episódios de excesso de velocidade em que tanto a duração quanto o  $\Delta V$  superam os valores do terceiro quartil.
- b) **Eventos não agressivos:** Episódios de excesso de velocidade em que ou a duração ou o  $\Delta V$  médio, ou ambos, não superam os valores do terceiro quartil.

Com essa classificação, foram calculadas médias, desvios padrão, máximos, mínimos, medianas, primeiro quartil e terceiro quartil e gerado mais um gráfico de dispersão da média do  $\Delta V$  do episódio (km/h) pela duração deste episódio (s) no *Minitab*, considerando apenas os episódios agressivos.

No mesmo software, foram calculados para cada hierarquia, dividindo os dados entre episódios agressivos e não agressivos, os valores médios, desvios padrão, máximos, mínimos, mediana, primeiro quartil e terceiro quartil para comparação dos eventos entre as hierarquias.

Após essa análise, foi identificado que os dados de duração e média de  $\Delta V$  dos eventos não apresentava distribuição normal. Com essa informação, os eventos foram comparados em relação à hierarquia pelo teste não paramétrico da Medianas de Mood e comparados em relação ao sexo do condutor pelo teste não paramétrico de Mann-Witney, tanto em relação às suas durações, quanto aos  $\Delta V$  médios. Esses testes foram feitos para identificar a significância estatística das comparações feitas no estudo.

Finalmente, para a caracterização geográfica dos episódios de excesso de velocidade estudados no presente trabalho, foi utilizado o software *QGIS* para mapear no sistema viário da cidade de Curitiba onde ocorrem os excessos mais agressivos e os menos agressivos, tanto de forma geral, quanto dividindo estes episódios nas hierarquias de vias determinadas pelo CTB.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados do estudo estão organizados da seguinte maneira: Primeiramente, os tempos de excesso de velocidade percentuais foram apresentados em relação ao sexo, hierarquia da via, e uso ou não de cinto de segurança e telefone celular. Depois, os cálculos realizados em termos de episódios de excesso de velocidade são apresentados, com a média de seus  $\Delta V$  e suas durações. Posteriormente, são apresentados os gráficos de dispersão desses episódios em relação às hierarquias de vias em que ocorreram e as análises estatísticas da relevância dos dados a partir de testes não paramétricos, separando os episódios por sexo e hierarquia da via. Finalmente, foram apresentados os mapas gerados localizando espacialmente os episódios de excesso de velocidade no sistema viário de Curitiba.

No recorte do estudo naturalístico de direção concebido para essa pesquisa, os 32 condutores conduziram os veículos disponibilizados durante 220,36 horas válidas, tendo uma redução de 72,78 horas em relação aos dados prévios às filtragens. Durante 45,16 horas do total os condutores estiveram dirigindo em uma velocidade acima da permitida por lei para a via, um quinto do tempo total. O tempo de oportunidade efetiva da prática de excesso de velocidade pelos condutores nesse cenário foi de 80,38 horas, ou seja, 36,47% do tempo total. Dessa forma, durante 56,18% do tempo com oportunidade de excesso de velocidade, o excesso aconteceu.

Em todo o período de análise foram identificados 19.017 episódios de excesso de velocidade. Para as durações desses episódios e seus respectivos  $\Delta V$ s foram calculados os valores médios, desvios padrão, máximos, mínimos, primeiro quartil e terceiro quartil conforme disposto na TABELA 3 a seguir.

TABELA 3 - DADOS ESTÁTISTICOS DOS EPISÓDIOS DE EXCESSO DE VELOCIDADE

<b>Estatística Descritiva</b>	<b>Duração (s)</b>	<b><math>\Delta V</math> (km/h)</b>
Média	<b>8,56</b>	<b>8,69</b>
Desvio Padrão	12,18	7,33
Máximo	<b>220,00</b>	<b>60,61</b>
Mínimo	1,00	0,001
Primeiro Quartil	1,00	6,41
Terceiro Quartil	<b>7,00</b>	<b>16,22</b>
Mediana	2,00	10,17

Fonte: Autoria própria (2022)

A TABELA 4 expõe os valores dos indicadores I1, I2 e I3:



TABELA 4 - INDICADORES DOS EXCESSOS DE VELOCIDADE

Filtros aplicados		Indicadores			Porcentagem do tempo sob excesso de velocidade em relação ao total com oportunidade (I3)		
		I1	I2	I3	Abaixo de 10%	Entre 10 e 20%	Acima de 20%
Tipo de via	Via de trânsito rápido	41,80%	56,53%	<b>73,95%</b>	16,70%	13,38%	<b>43,87%</b>
	Via arterial	8,88%	22,81%	38,94%	14,00%	6,59%	18,35%
	Via coletora	16,63%	32,90%	50,56%	16,27%	12,03%	22,26%
	Via local	31,04%	48,17%	<b>64,44%</b>	11,84%	11,15%	<b>41,45%</b>
Sexo	Masculino	-	-	<b>56,82%</b>	14,17%	10,90%	31,74%
	Feminino	-	-	<b>55,55%</b>	14,30%	11,12%	30,41%
Uso do cinto	Sim	-	-	<b>55,43%</b>	14,23%	11,01%	30,19%
	Não	-	-	<b>69,28%</b>	10,84%	16,87%	41,57%
Uso do celular	Sim	-	-	<b>52,14%</b>	13,84%	10,94%	27,36%
	Não	-	-	<b>55,58%</b>	14,20%	11,04%	30,33%

Fonte: Autoria própria (2022)

Os dados da tabela mostram uma porcentagem de tempo superior a metade do tempo com a oportunidade sob excesso de velocidade em vias locais e de trânsito rápido. De forma ainda mais preocupante, esses excessos em sua maioria superaram em mais de 20% a velocidade permitida por lei, aumentando ainda mais os riscos.

Em relação ao sexo dos condutores, homens e mulheres na amostra de estudo tiveram percentual de tempo semelhante em velocidades superiores a permitidas em lei quando houve a oportunidade. Quanto ao uso do celular, ainda que seja uma diferença de apenas 3 pontos percentuais, os condutores tenderam a exceder menos a velocidade quando estavam usando o aparelho em

comparação a quando não estavam. Por outro lado, em quase 70% do tempo em que houve a oportunidade de exceder o limite legal de velocidade da via sem usar o cinto de segurança, os condutores excederam, um valor superior em comparação a percentagem de tempo de excesso quando os condutores estiveram usando o cinto de segurança.

Os dados extraídos da análise dos episódios em relação às médias de duração e  $\Delta V$ s por hierarquia da via (CTB) e sexo do condutor estão apresentados na TABELA 5 .

TABELA 5 - PARÂMETROS AVALIADOS PARA OS EPISÓDIOS DE EXCESSO DE VELOCIDADE

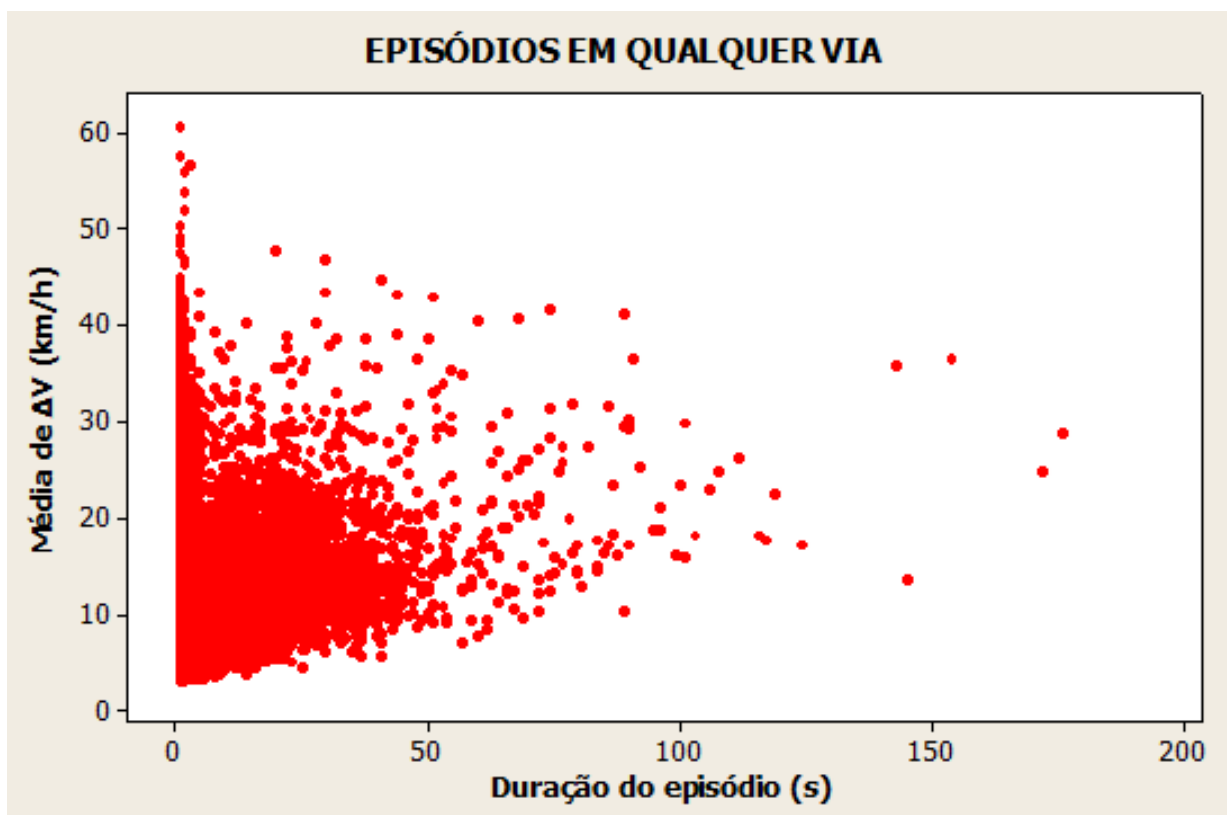
Parâmetro	Hierarquia da via (CTB)				Sexo do condutor	
	Trânsito Rápido	Arterial	Coletora	Local	Masculino	Feminino
Número de episódios	594	3.384	6.031	8.798	7.960	8.835
Porcentagem de episódios	3,16%	17,99%	32,06%	46,78%	47,40%	52,60%
Frequência de episódios (SE/h)	71,89	80,52	68,91	129,93	82,13	72,36
Média $\Delta V$ (km/h)	16,27	13,48	8,30	8,56	8,82	11,61
Média Duração (s)	19,63	3,70	7,62	9,27	8,00	7,42

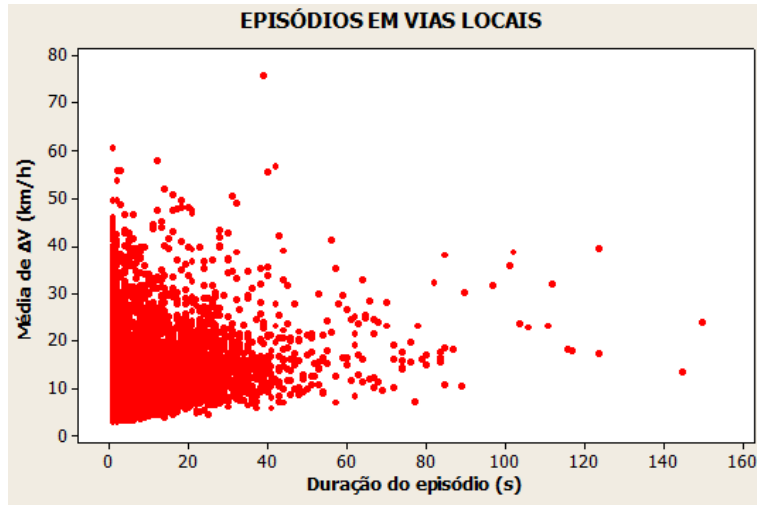
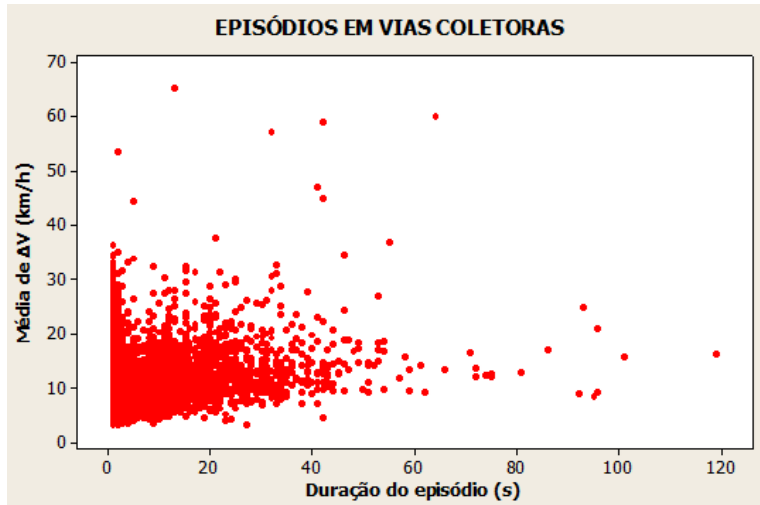
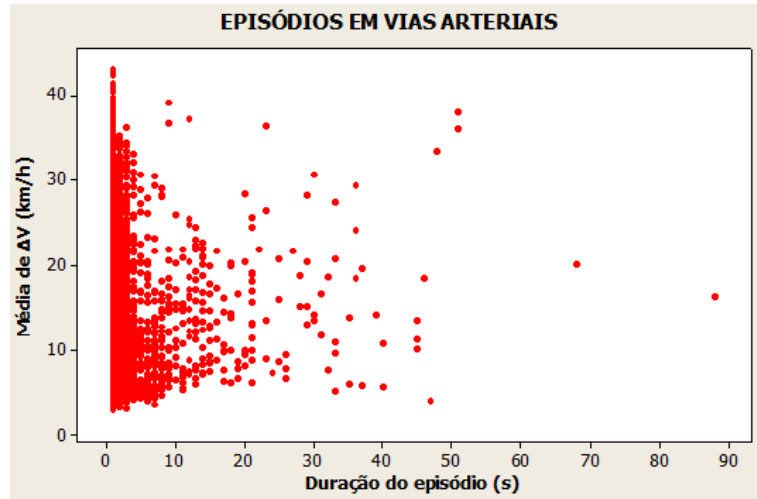
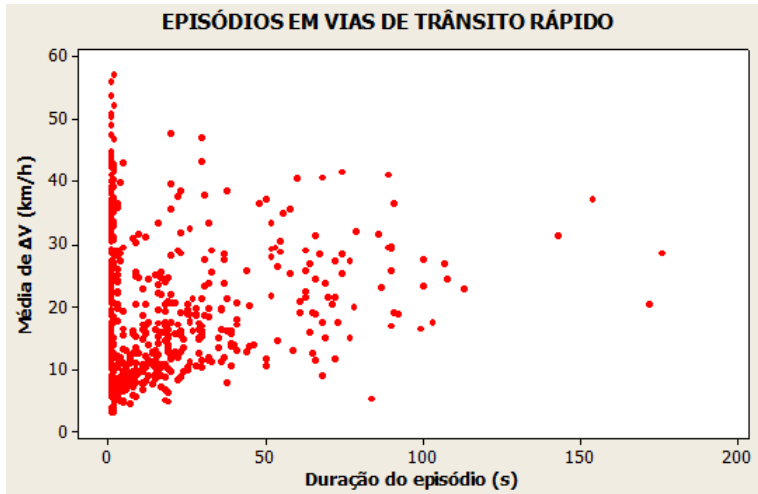
Fonte: Autoria própria (2022).

Pela tabela, é possível perceber que os episódios de excesso de velocidade ocorrem majoritariamente em vias locais, com uma frequência de 129,93 SE/h, valor 38,02% maior que nas vias arteriais (80,52 SE/H). Entretanto, quando ocorrem, os episódios em vias de trânsito rápido tendem a ser mais agressivos, apresentando  $\Delta V$  e duração mais elevados em comparação às demais hierarquias de vias, em média iguais a 16,27 km/h e 19,63 segundos, respectivamente.

Além disso, condutores homens apresentaram uma frequência mais elevada de episódios que as mulheres, 82,13 SE/h contra 71,89 SE/h. Contudo, a média do  $\Delta V$  resultou 24,03% inferior para os homens, indicando que as mulheres praticaram episódios de excesso de velocidade mais agressivos. Praticamente não houve diferença de duração dos episódios entre os dois sexos.

Os gráficos de dispersão da média do  $\Delta V$  do episódio em relação à duração deste episódio estão expostos na FIGURA 3 a seguir.

FIGURA 3 - GRÁFICOS DE DISPERSÃO DE EPISÓDIOS (DURAÇÃO X MÉDIA DE  $\Delta V$ )



Fonte: Autoria própria (2022).

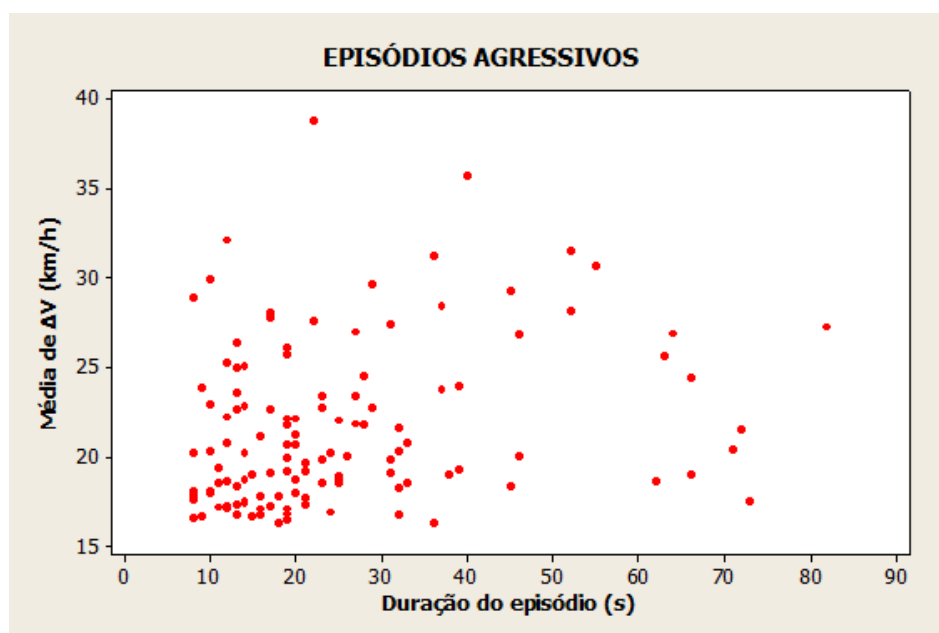
Conforme explicado na metodologia, foram definidos como episódios de excesso de velocidade agressivos aqueles que apresentaram uma duração de mais de 7 segundos com um  $\Delta V$  médio superior a 16,13 km/h. A média, desvio padrão, mínimo, máximo, mediana, primeiro quartil e terceiro quartil, além do gráfico de dispersão da média do  $\Delta V$  do episódio pela duração deste episódio são mostrados na TABELA 6. O gráfico de dispersão para episódios agressivos da média do  $\Delta V$  do episódio pela duração do episódio estão expostos na FIGURA 4 a seguir.

TABELA 6 - DADOS ESTÁTISTICOS DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS

<b>Episódios Agressivos</b>		
<b>Dados Matemáticos</b>	<b>Duração</b>	<b><math>\Delta V</math></b>
Média	<b>25,08</b>	<b>21,55</b>
Desvio Padrão	16,17	4,48
Máximo	<b>82,00</b>	<b>38,84</b>
Mínimo	8,00	16,30
Mediana	20,00	20,24
Primeiro Quartil	13,25	18,12
Terceiro Quartil	<b>31,00</b>	<b>23,83</b>

Fonte: Autoria própria (2022).

GRÁFICO 2 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS EPISÓDIOS AGRESSIVOS



Fonte: Autoria Própria (2022).

Pela análise dos episódios entre as vias, foi possível identificar uma maior incidência nas vias locais. Dos 1.353 episódios agressivos e 17.234 não agressivos, 837 (61,86%) e 8.066 (46,80%) foram nessas vias, respectivamente. Em relação ao total de episódios em cada hierarquia de via,, as vias de trânsito rápido geraram mais episódios agressivos. Enquanto apenas 2,57% de todos os episódios não agressivos acontecem nelas, o número de eventos agressivos representa 11,53% do total de agressivos.

Os dados estatísticos (médias, desvios padrão, máximos e mínimos) separados em episódios agressivos e não agressivos e em hierarquias estão expostos nas TABELAS 7,8,9 e 10, a seguir.

TABELA 7 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO

<b>Vias de Trânsito Rápido</b>					
Parâmetro	Classificação	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Delta V (km/h)	Ep. Agressivos	<b>24,99</b>	7,16	47,76	16,13
	Ep. Não Agressivos	17,40	11,40	57,15	3,10
Duração (s)	Ep. Agressivos	<b>45,55</b>	33,11	176,00	8,00
	Ep. Não Agressivos	9,14	13,35	84,00	1,00

TABELA 8 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS ARTERIAIS

<b>Vias Arteriais</b>					
Parâmetro	Classificação	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
$\Delta V$ (km/h)	Ep. Agressivos	22,28	5,69	39,14	16,16
	Ep. Não Agressivos	15,16	8,25	43,09	3,00
Duração (s)	Ep. Agressivos	20,16	14,00	119,00	8,00
	Ep. Não Agressivos	2,72	3,87	101,00	1,00

TABELA 9 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS COLETORAS

<b>Vias Coletoras</b>					
Parâmetro	Classificação	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
$\Delta V$ (km/h)	Ep. Agressivos	21,16	6,66	65,46	16,13
	Ep. Não Agressivos	9,49	4,92	53,57	3,01
Duração (s)	Ep. Agressivos	23,14	14,83	119,00	8,00
	Ep. Não Agressivos	6,08	8,46	101,00	1,00

TABELA 10 - PARÂMETROS CALCULADOS PARA EPISÓDIOS EM VIAS LOCAIS

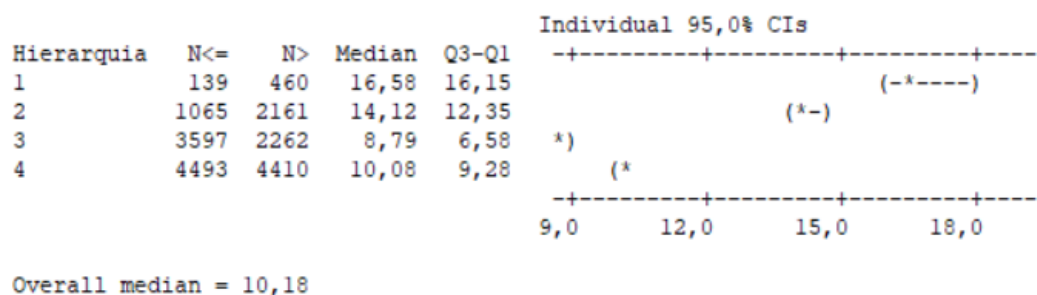
<b>Vias Locais</b>					
Parâmetro	Classificação	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
$\Delta V$ (km/h)	Ep. Agressivos	22,80	7,24	76,00	16,13



	Ep. Não Agressivos	10,93	6,87	60,61	3,00
Duração (s)	Ep. Agressivos	23,31	17,89	176,00	8,00
	Ep. Não Agressivos	7,32	8,93	84,00	1,00

Para verificar a existência de uma diferença estatisticamente significativa entre valores do  $\Delta V$  e da duração dos episódios para diferentes hierarquias foi aplicado o teste não paramétrico da Mediana de Mood. O resultado do teste –  $\chi^2(3, N = 16.749) = 839,34, p < 0,0001$  – indicou que houve diferença estatisticamente significativa para um nível de confiança de 95%. Para as vias de trânsito rápido (1), o teste apresentou uma mediana de 16,58 km/h. Para vias arteriais (2), a mediana foi 14,12 km/h. Para vias coletoras (3) a mediana foi 8,79 km/h. Já para as locais (4), a mediana foi de 10,08 km/h, muito próxima à mediana global (10,18 km/h). A distribuição dos intervalos de confiança em torno de cada valor da mediana é mostrada na FIGURA 4, assim como a quantidade de episódios com  $\Delta V$  menores ou iguais à mediana ( $N \leq$ ) e maiores que a mediana ( $N >$ ).

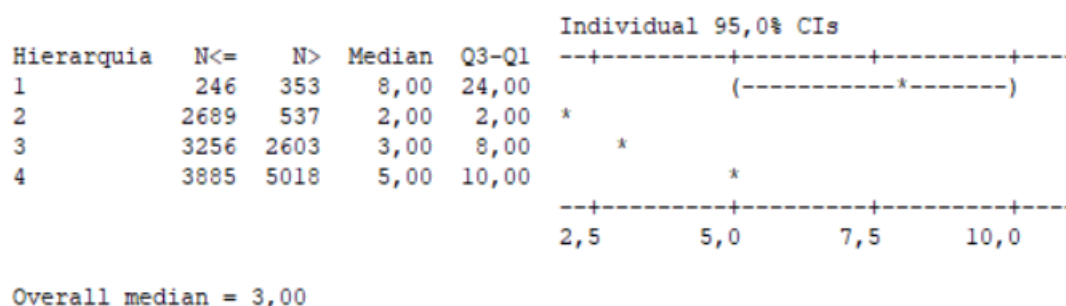
FIGURA 4 - RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MEDIANA DE MOODY PARA  $\Delta V$



Fonte: Autoria própria (2022)

Já em relação a duração dos eventos, o resultado do teste –  $\chi^2(3, N = 16.749) = 1.550,86, p < 0,0001$  – indicou que houve diferença estatisticamente significativa para um nível de confiança de 95%. Para as vias de trânsito rápido (1), o teste apresentou uma mediana de 8 segundos. Para vias arteriais (2), a mediana foi 2 segundos. Para vias coletoras (3) a mediana foi 3 segundos, a mesma mediana global da amostra. Já para as locais (4), a mediana foi de 5 segundos. A distribuição dos intervalos de confiança em torno de cada valor da mediana é mostrada na FIGURA 5, assim como a quantidade de episódios com duração menor ou igual à mediana ( $N \leq$ ) e maior que a mediana ( $N >$ ).

FIGURA 5- RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MEDIANA DE MOODY PARA DURAÇÃO



Fonte: Autoria própria (2022).

Para testar as diferenças em relação ao gênero do condutor foi usado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney, considerando o  $\Delta V$  médio e a duração dos eventos. Para o  $\Delta V$ , o resultado do teste –  $W(N = 16.749) = 74.722.743,5$ ,  $p < 0,0001$  – mostrou que a diferença resultou significativa para um intervalo de confiança de 95%, com os homens apresentando no estudo  $\Delta V$ s médios maiores que as mulheres. Para a duração, o resultado do teste –  $W(N = 16.749) = 75.377.447,0$ ,  $p = 0,1587$  – indicou que a diferença não foi significativa entre os gêneros. Os dados dos testes ( $\Delta V$  e duração dos episódios, respectivamente) estão nas TABELAS 5 E 6.

TABELA 11 – RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MANN-WHITNEY PARA  $\Delta V$

Parâmetro	N	Mediana (km/h)
$\Delta V$ feminino	9.037	9,78
$\Delta V$ masculino	7.712	10,08

Fonte: Autoria própria (2022).

TABELA 12 – RESULTADO DO TESTE NÃO PARAMÉTRICO DE MANN-WHITNEY PARA DURAÇÃO

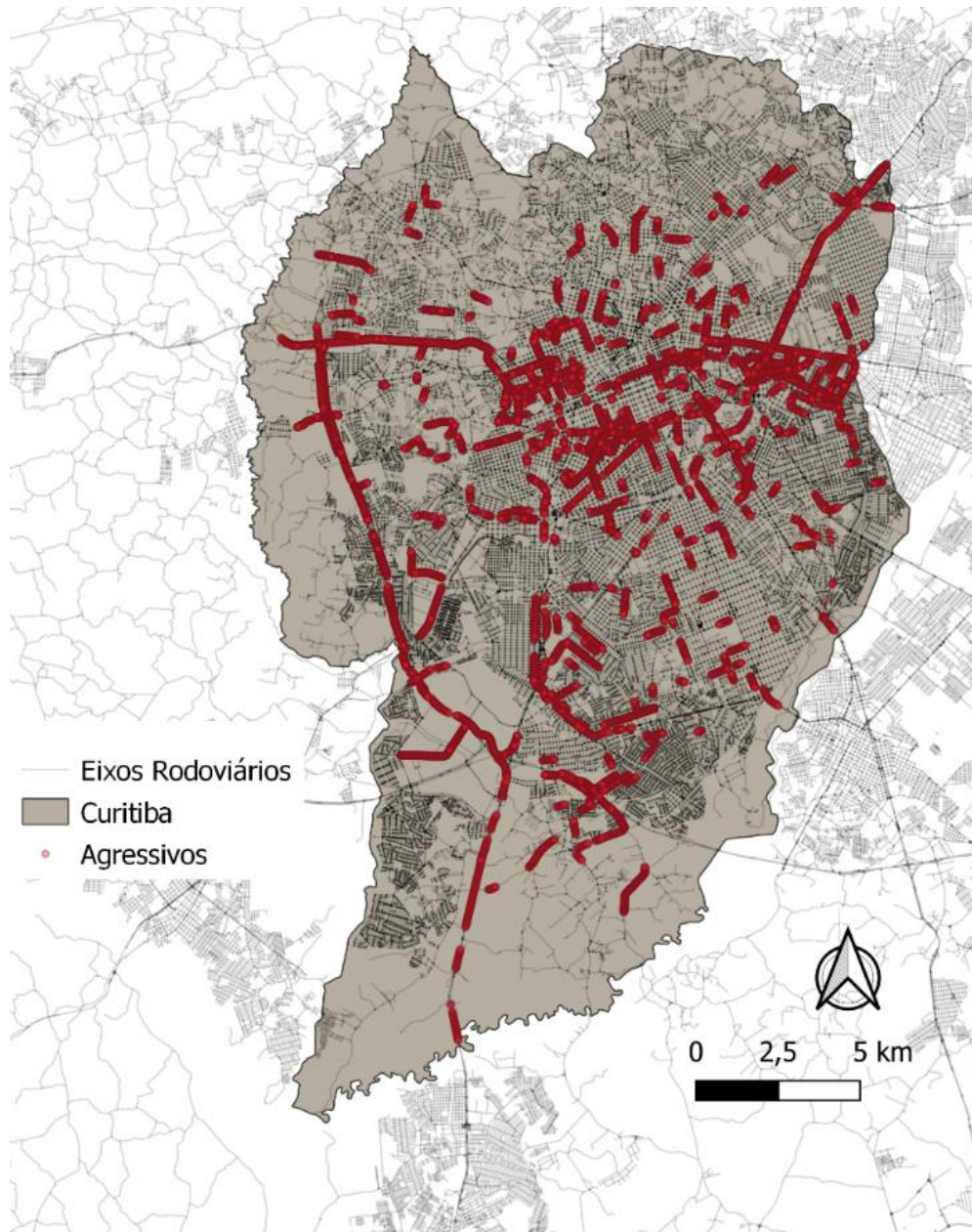
Parâmetro	N	Mediana (s)
Duração feminino	9.037	3,00
Duração masculino	7.712	3,00

Fonte: Autoria própria (2022).

A seguir, nas FIGURAS 6, 7, 8, 9, 10 e 11 estão dispostos o mapa de pontos dos episódios agressivos e os mapas de calor para a ocorrência dos episódios agressivos e não agressivos de velocidade – de forma geral e por hierarquia de via – observados no estudo distribuídos nos eixos viários que eles

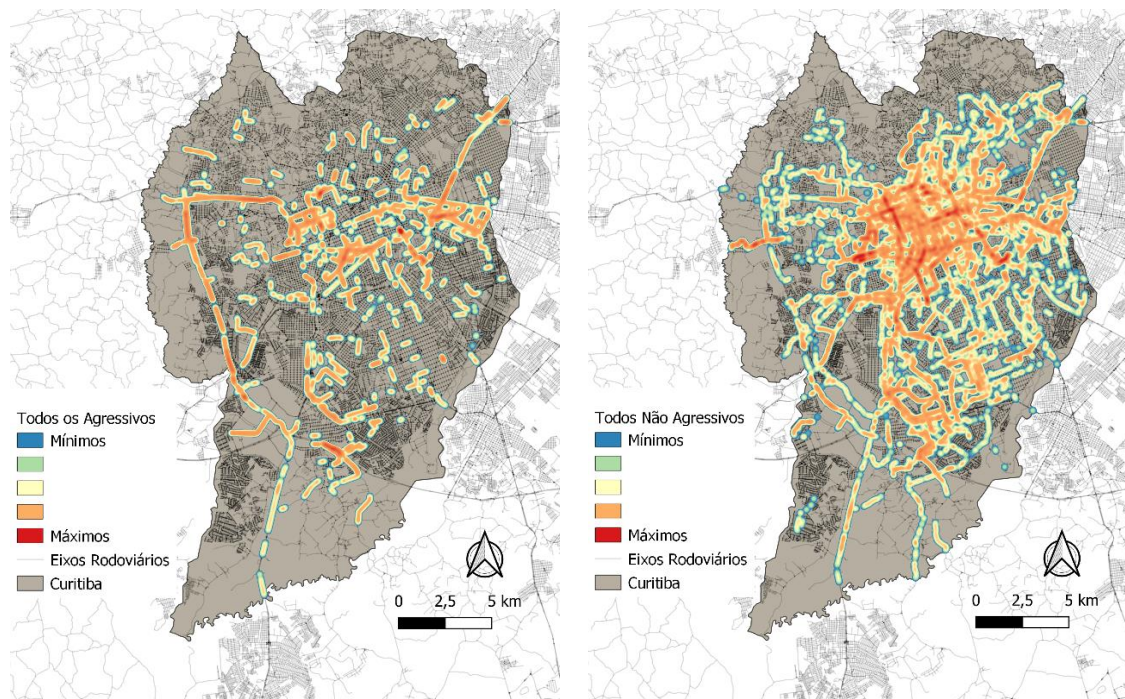
de fato aconteceram. Para auxiliar a interpretação dos mapas, a FIGURA 12 traz uma representação esquemática dos principais eixos da cidade.

FIGURA 6 – MAPA DE PONTOS DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS EM CURITIBA



Fonte: Autoria própria (2022)

FIGURA 7 – MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS

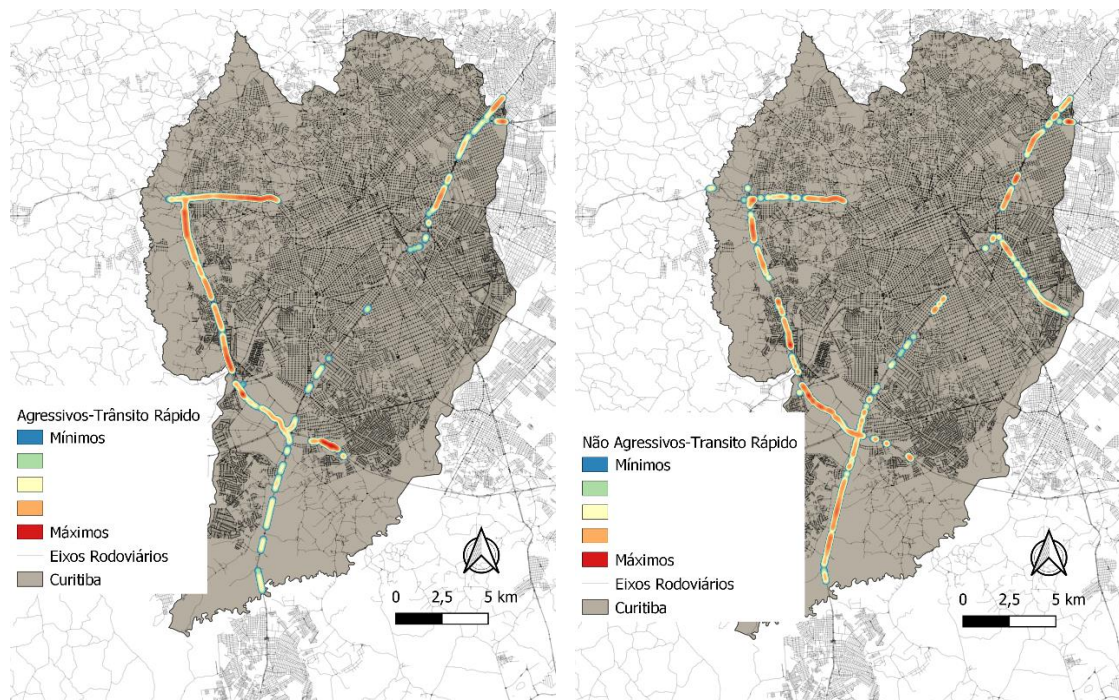


Fonte: Autoria própria (2022).

Pelo mapa de calor gerado através dos dados da amostra, pode-se perceber uma maior concentração de episódios não agressivos na região central da cidade, onde existe um movimento de pedestres mais intenso e uma intensa concentração de radares para o controle da velocidade praticada na área, além de outros dispositivos de controle de tráfego, como semáforos. Por outro lado, episódios agressivos tendem a se concentrar mais em rodovias que contornam o perímetro urbano da cidade e em eixos de maior porte que cruzam a cidade, tanto de Norte a Sul, quanto de Leste a Oeste. Apesar destas distinções, nota-se uma ocorrência generalizada de episódios de excesso de velocidade na cidade.



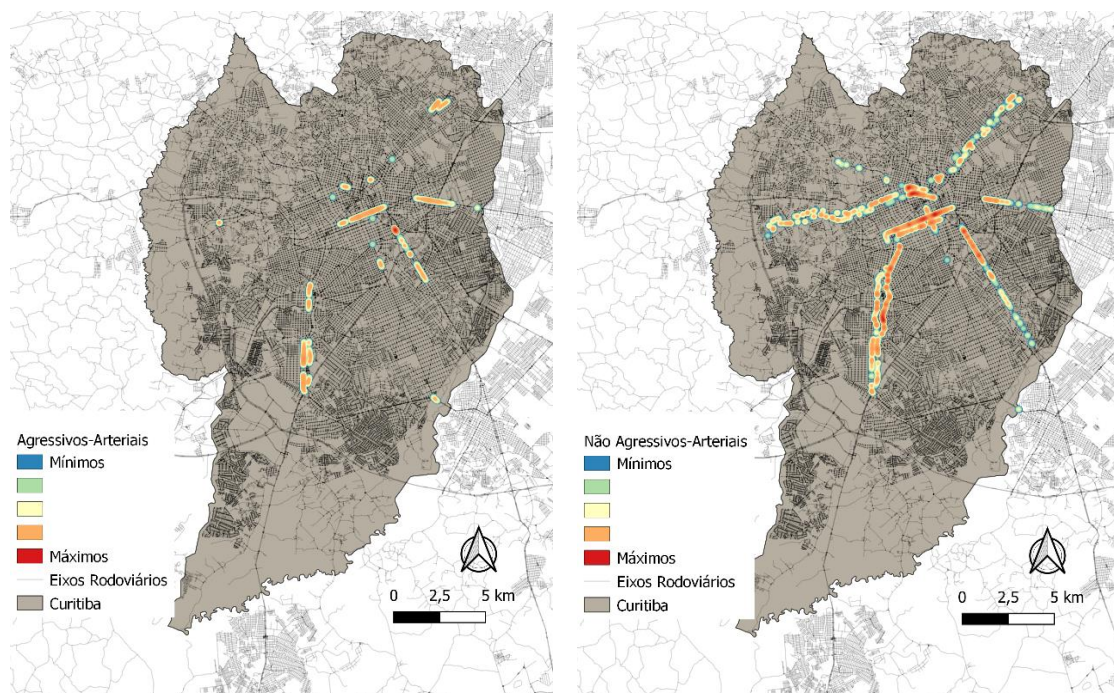
FIGURA 8 – MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS DE TRÂNSITO RÁPIDO



Fonte: Autoria própria (2022).

Os episódios de excesso de velocidade em vias de trânsito rápido são concentrados no Contorno Sul, no Eixo Oeste da cidade, com grande concentração na Cidade Industrial de Curitiba, e no Eixo Norte.

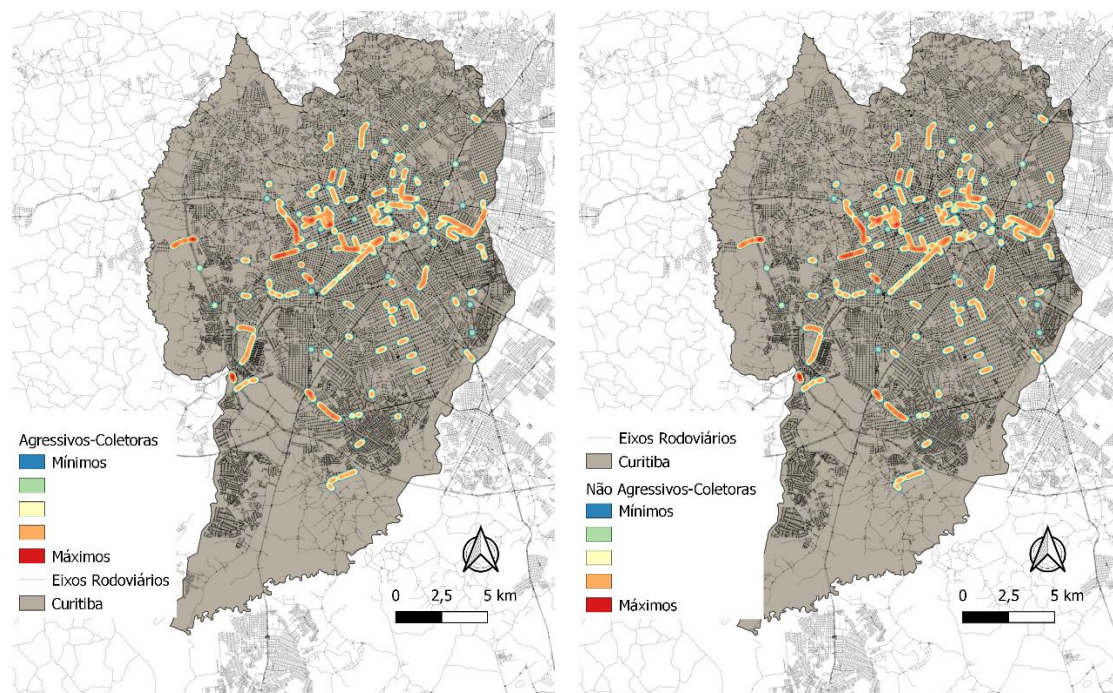
FIGURA 9 – MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS ARTERIAIS



Fonte: Autoria própria (2022).

Em vias arteriais, os episódios de excesso de velocidade agressivos são concentrados nos Eixos Sul, Boqueirão, Leste e Norte. Os bairros Tarumã, Pinheirinho, Capão Raso e Rebouças concentram boa parte dos episódios. Os não agressivos também têm forte concentração no Eixo Oeste.

FIGURA 10- MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS COLETORAS

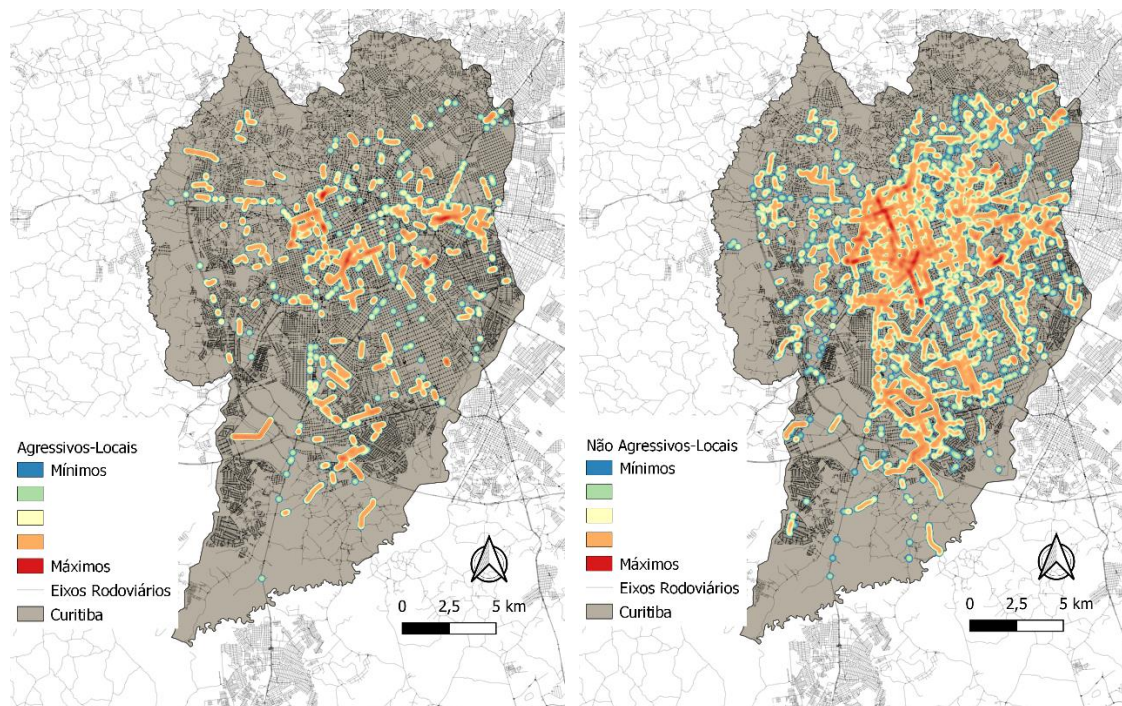


Fonte: Autoria própria (2022).

As vias coletoras da região do Capão da Imbuia, Xaxim e Capão Raso são as que mais apresentaram episódios agressivos, apesar desses episódios apresentarem uma distribuição relativamente uniforme nas regiões do Portão e Cajuru.



FIGURA 11 – MAPAS DE CALOR DE EPISÓDIOS AGRESSIVOS E NÃO AGRESSIVOS EM VIAS LOCAIS



Fonte: Autoria própria (2022).

A maior concentração de episódios agressivos em vias locais ocorreu na região central e leste da cidade, apesar de terem acontecido por toda cidade. Os episódios não agressivos tiveram uma forte concentração na parte central da cidade, em que dispositivos de controle de velocidade impedem episódios mais longos.



FIGURA 12 – EIXOS VIÁRIOS DE CURITIBA



Fonte: URBS (2019).

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os primeiros resultados, em relação ao tempo em que os condutores trafegaram em velocidades acima do limite regulamentar, indicam que foi nas vias de trânsito rápido onde os condutores trafegam um maior tempo sob excesso de velocidade na cidade de Curitiba, seguidas pelas vias locais, coletoras e arteriais, respectivamente. Isso pode se dar ao fato de que as vias de trânsito rápido permitem fluxos contínuos por um período elevado, o que possibilita ao condutor se manter acima do limite legal de velocidade da via, ou seja, há muitas oportunidades de excesso de velocidade. Já o elevado valor para as vias locais, caracterizadas por um fluxo com mais interrupções devido a cruzamentos não preferenciais, pode estar associado ao baixo nível de fiscalização associado a essas vias, proporcionando ao condutor liberdade para exceder o limite de velocidade mesmo em um ambiente incompatível para este tipo de comportamento.

Em relação ao sexo do condutor e o uso ou não do telefone celular durante a condução, os dados do estudo não indicaram uma grande diferença para o percentual de tempo em que os condutores dirigem acima da velocidade regulamentada. Para o uso do celular, um maior tempo indicaria uma sobreposição de riscos preocupante, considerando que, ao utilizar o telefone, o condutor não está dedicando toda sua atenção a direção.

Já comparando o tempo de excesso de velocidade em relação ao uso ou não de cinto de segurança, os dados observacionais indicam que, quando há a oportunidade de se trafegar acima da velocidade permitida da via, os condutores sem cinto tendem a ultrapassar mais frequentemente o limite de velocidade da via. Ou seja, nesses momentos os condutores se expõem a situações ainda mais críticas, já que dois riscos (trafegar acima da velocidade permitida em lei e sem o cinto de segurança) se sobrepõem.

Outra interpretação importante foi que, quando ocorre o excesso de velocidade, independente de hierarquia da via, gênero do condutor, uso ou não de telefone celular e cinto de segurança, na maior parte do tempo esse excesso supera em mais de 20% o limite regulamentado da via. Uma interpretação possível para este dado é de que quando há a oportunidade de exceder a velocidade, os condutores aparentemente não avaliam adequadamente os

riscos inerentes a condução em velocidade superior à permitida legalmente, ou seja, não há uma percepção do risco associado ao excesso de velocidade.

Quanto menos importante a hierarquia da via, maior o número de episódios de excesso de velocidade. Em relação à sua caracterização, quanto mais importante a hierarquia da via, maior o  $\Delta V$  médio dos episódios observados no estudo. Por outro lado, menor é o número de episódios na amostra de estudo. Quanto à duração desses episódios, as vias de trânsito rápido apresentam as maiores durações, o que faz sentido considerando que são vias em que o fluxo é mais contínuo. Já vias arteriais apresentam uma média de duração dos episódios inferior às coletoras e locais, o que demonstra não ser uma regra as vias de maior porte apresentarem episódios mais longos.

Com a definição de episódios agressivos e não agressivos, foi possível fazer uma análise mais aprofundada em relação a situações mais críticas no tocante à segurança de todos os usuários do sistema viário de Curitiba. Desta forma, de acordo com a hierarquia da via, os episódios agressivos não apresentaram grande diferença em relação ao  $\Delta V$  médio dos episódios. Por outro lado, em relação à duração, as vias de trânsito rápido apresentaram uma duração média (45,55 segundos) quase duas vezes maior que as arteriais, coletoras e locais (20,16 segundos, 20,14 segundos e 20,31 segundos, respectivamente).

## 6. CONCLUSÕES

A utilização de dados naturalísticos de direção permitiu o cálculo de indicadores do desempenho da segurança viária que não seriam possíveis de obter sem informações de velocidade segundo a segundo das viagens dos condutores. Além disso, o fato dessas viagens serem monitoradas durante o dia a dia efetivamente dos condutores possibilita uma confiabilidade dos dados muito maior das informações obtidas por meio de outras técnicas, como questionários ou simuladores de direção.

O objetivo geral de caracterização do excesso de velocidade na cidade de Curitiba foi atingido ao analisar de forma quantitativa e qualitativa os excessos de velocidade praticados no estudo. Os indicadores I1, I2 e I3 foram importantes para uma análise da proporção do tempo de viagem sob excesso de velocidade. Nessa análise levou-se em conta ainda a hierarquia de via, o sexo do condutor e o uso ou não de telefone celular e cinto de segurança nos momentos de excesso de velocidade. Essa análise concluiu o primeiro dos objetivos específicos propostos. Além disso, foi possível classificar estatisticamente os episódios de acordo com sua agressividade em episódios Agressivos (de um  $\Delta V$  médio superior a 16,22 km/h e uma duração maior que 7 segundos) e Não Agressivos. Dessa forma, o segundo dos três objetivos do trabalho foi concluído. Essa classificação possibilitou identificar as situações mais críticas para a segurança dos usuários do sistema viário e onde na cidade essas situações se repetiram em maiores quantidades. A localização por meio de mapas onde esses excessos ocorreram com mais frequência, possibilitou atingir o último dos objetivos específicos propostos no início do estudo.

Com todas essas informações, foi possível visualizar a prática do excesso de velocidade nos eixos viários da cidade para identificação de regiões e bairros com uma alta incidência de episódios de excesso de velocidade. Essa visualização é essencial para o desenvolvimento de medidas de gestão da velocidade.

A principal limitação ainda da validade das análises conduzidas no estudo é o tamanho ainda limitado da amostra utilizada, com um número reduzido de condutores e horas validas para estudo. Outra limitação encontrada foi a duplicação de alguns episódios que começaram em uma via e terminaram

em outra, causando um número diferentes de episódios a serem analisado em relação a hierarquia da via e em relação ao sexo do condutor.

Para futuros estudos, recomenda-se um estudo mais aprofundado sobre o que induz os condutores a praticar esses excessos como características geométricas das vias e fatores demográficos, já que o escopo do trabalho se limitou a analisar o excesso de velocidade em si. O entendimento do que leva o condutor a exceder a velocidade é fundamental para o desenvolvimento de projetos e políticas públicas para a redução do número de episódios de excesso de velocidade.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, M., KHAN, M., DAS, A., DADVAR, S. Global lessons learned from naturalistic driving studies to advance traffic safety and operation research: A systematic review. **Accident Analysis and Prevention**, v. 167, p. 106568. 2022.
- BASTOS, Jorge T., SANTOS, Pedro A. B., AMANCIO, Eduardo C., GADDA, Tatiana M. C., RAMALHO, José A., KING, Mark J, OVIEDO-TRESPALACIOS, Oscar. Is organized carpooling safer? Speeding and distracted driving behaviors from a naturalistic driving study in Brazil. **Accident Analysis and Prevention**, Brazil, 152, p. (105992), 3, 2021.
- BORGUEZANI et al. **Plataforma de coleta de dados naturalísticos de segurança viária**. 2022.
- BRASIL. Lei nº 13.614/2018 - **Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) e acrescenta dispositivo à Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997** (Código de Trânsito Brasileiro).
- BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, 1997.
- BRASIL. **Conselho Nacional de Trânsito**. Brasília, 2020.
- BRASIL. **Ministério da Saúde**. Brasília, 2021.
- BRASIL. **URBS**. Curitiba, 2021. Disponível em: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte/19>
- QGIS Development Team, 2022. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- CAI, Q. ABDEL-ATY, M. MAHMOUD, N., UGAN, J., AL-OMARI, M.A. Developing a grouped random parameter beta model to analyze drivers' speeding behavior on urban and suburban arterials with probe speed data. **Accident Analysis & Prevention**, v. 161, p. 106386, 2021.
- CHEN, W., DONMEZ, B. A Naturalistic Driving Study of Feedback Timing and Financial Incentives in Promoting Speed Limit Compliance. **IEEE Transactions on Human-Machine Systems**, p. 64-73, 2022.
- EHSANI, J *et al.* Naturalistic Driving Studies: An Overview and International Perspective. **International Encyclopedia of Transportation**, p. 20-38. 2021.
- PAGANI, R.N., KOVALESKI, J.L. & RESENDE, L.M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers

encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics** **105**, 2109–2135 (2015).

ELLISON, A. B.; GREAVES, S. P. Speeding in urban environments: Are the time savings worth the risk? **Accident Analysis & Prevention**, v. 85, p. 239–247, 1 dez. 2015.

HAMZEIE, R.; SAVOLAINEN, P. T.; GATES, T. J. Driver speed selection and crash risk: Insights from the naturalistic driving study. **Journal of safety research**. v. 63, p. 187-194, nov. 2017.

IPEA. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras caracterização, tendências e custos para a sociedade**. Relatório oficial. Brasília, 2015.

KONG, X., DAS, S., JHA K., ZHANG, Y. Understanding speeding behavior from naturalistic driving data: Applying classification based association rule mining. **Accident Analysis & Prevention**, v. 144, p. 105620, 1 set. 2020.

MCLAUGHLIN, Shane B., HANKEY, Jonathan M. Naturalistic Driving Study: Linking the Study Data to the Roadway Information Database. **Transportation Research Board**. 2015. Disponível em: <https://trid.trb.org/view/1352917>. Acesso em: 14/09/2022.

MEYER, Luis F. V. (Coord.). Velocidades médias e segurança viária em São Paulo: aplicações de dados do Uber Movement. Relatório Final. São Paulo: Instituto Cordial, 2020.

NHTSA. **Motivations for Speeding, Volume I: Summary Report**. 2012.

OMS. **Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Brasília, D.F.: OPAS, 2012.

PEREZ, M. A., SEARS, E., VALENTE, J., HUANG, W., SUDWEEKS, J. Factors modifying the likelihood of speeding behaviors based on naturalistic driving data. **Accident Analysis & Prevention**, v. 159, p. 106267, 1 set. 2021.

RICHARD, C., LEE, J., ATKINS, R., BROWN, J. Speeding in urban environments: Using SHRP2 naturalistic driving data to examine driver speeding behavior **Journal of Safety Research**, v. 73, p. 271-281, 2020.

SCHAGEN, I. V. **Towards a large scale European Naturalistic Driving study: final report of prologue**. Relatório técnico. Leidschendam, 2011.

SINGH, H.; KATHURIA, A. Analyzing driver behavior under naturalistic driving conditions: A review. **Accident Analysis and Prevention**, v. 150, 1 fev. 2021.

SHIMOYAMA, Anderson Teidi. BASTOS, Jorge Tiago. **Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro. Painel de Visualização**. Curitiba, 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMzE1YmM4YjgtMDE4Yy00OTE1LWEyZDctMjRjNjUyOGVmZjRjliwidCI6ImM0ZWY2OGQyLWMxZGUtNGQ4Ny04MmY2LTE4MjYwZGY4MDk5ZiJ9&pageName=ReportSection>.

Acesso em: 14/09/2022

SIMMONS, Sarah M., HICKS, Anne, CAIRD, Jeff K. **Safety-critical event risk associated with cell phone tasks as measured in naturalistic driving studies: A systematic review and meta-analysis**. Accident Analysis and Prevention, Canada, 87, p. (161-169), 2, 2016.

VAN NES, N., BARGMAN J., CHRISTOPH, M., VAN SCHAGEN, I. The potential of naturalistic driving for in-depth understanding of driver behavior: UDRIVE results and beyond. **Safety Science**. v. 119, p. 11-20, 2019.

WHO. **Global status report on road safety**. Geneva, 2018.

WILLIAMS, A.F., KYRYCHENKO, S.Y., RETTING, R.A. 2006. Characteristics of speeders. **J. Saf. Res.** 37 (3), 227–232.

YAGIL, D., 1998. Gender and age-related differences in attitudes toward traffic laws and traffic violations. **Transp. Res. Part F: Traffic Psychol. Behav.** 1 (2), 123–135.